



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad de Ciencias e Ingenierías
Departamento de Biología
Ingeniería Ambiental

Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniería Ambiental

Tema: Propuesta de Plan de gestión de residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027).

Autores: Br. Hannyke Ferxenia Lara Ramírez.
Br. Yamir Ezequiel Salgado Brizuela.
Br. Aldin Jacdanny Mendoza Muñoz.

Tutora: MSc. Gena del Carmen Abarca

Asesor: MSc. Alba María González Sequeira

Managua, Nicaragua,
Enero, 2023.

Glosario

Botadero: Sitio donde se disponen los desechos sólidos sin ningún tratamiento (Const., 2002).

Compactador: Todo equipo o máquina que reduce el volumen de los desechos sólidos aplicando presión directa. (CCAD, 2010)

Estaciones de Transferencia: Instalación permanente o provisional de carácter intermedio, en la cual se reciben desechos sólidos de las unidades recolectoras de baja capacidad y se transfieren, procesados o no, a unidades de mayor capacidad para su acarreo hasta el sitio de disposición final (CCAD, 2010)

Lixiviado: Líquido residual, generalmente tóxico, como que se filtra por vertedero por percolación (Real academia española, 2021).

Manejo: Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluye el almacenamiento, el barrido de calles y áreas públicas, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria (Const., 2002).

PPC: Producción per cápita, cantidad de desechos que produce una persona en un día, expresada como kilogramo por habitante y por día Kg/hab/día (Const., 2017).

Reciclaje: Es el proceso de recolección y transformación de materiales para convertirlos en nuevos productos y qué otro modo serían desechados como basuras (BBVA, 2022)

Relleno sanitario: Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo (Const., 2002)

Residuo sólido comercial: Aquellos desechos generados en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como: almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas comerciales (CCAD, 2010).

Residuo sólido explosivo: Residuo que genera grandes presiones en su descomposición instantánea.

Residuo sólido industrial: Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

Residuo sólido institucional: Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, así como en terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimas y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras entidades.

Residuo sólido municipal: Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad gubernamental. Sinónimo de basura y desecho sólido.

Residuo sólido tóxico: Residuo que, por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño e incluso la muerte a los seres vivos o puede provocar contaminación ambiental.

Residuo sólido: Los residuos pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos. Bajo la denominación de residuos sólidos se agrupan sólo los residuos que están en estado sólido, dejando fuera los que se encuentran en estado líquido y gaseoso. Se usa el término residuo sólido urbano para referirse a aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia (Sánchez, 2002).

Servicio de aseo ordinario: El servicio de recolección de los desechos no peligrosos que se presta a una localidad de manera periódica, con horario definido.

Tratamiento: Es el proceso de transformación físico, químico o biológico de los desechos sólidos que procura obtener beneficios sanitarios o económicos, reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al medio ambiente.

Siglas

| | |
|--------|--|
| AMUNIC | Asociación de Municipios De Nicaragua |
| CCAD | Comisión Centroamericana del medio ambiente y del desarrollo. |
| ENACAL | Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios. |
| FISE | Fondo de Inversión Social de Emergencia. |
| INEC | Instituto Nacional de Estadística y Censo. |
| INIFOM | Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. |
| MARENA | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. |
| MEM | Ministerio de Energía y Minas. |
| MIFIC | Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. |
| MINSA | Ministerio de Salud. |
| OMS | Organización Mundial de la Salud. |
| PGRS | Plan de Gestión de Residuos Sólidos. |

Índice

| | |
|---|----|
| I. Introducción | 1 |
| II. Antecedentes | 2 |
| III. Justificación | 4 |
| IV. Objetivos: | 5 |
| V. Fundamentación teórica | 6 |
| 5.1. Generalidades de Ciudad Sandino | 6 |
| 5.2. Administración territorial | 7 |
| 5.3. Demografía | 9 |
| 5.4. Desechos sólidos generados en el municipio de Ciudad Sandino | 9 |
| 5.5. Sistema de recolección de desechos sólidos | 10 |
| 5.6. Relleno sanitario | 12 |
| 5.7. Análisis de riesgo | 12 |
| 5.7.1. Amenazas naturales | 13 |
| 5.8. Marco legal | 14 |
| VI. Pregunta directriz | 15 |
| VII. Diseño metodológico | 16 |
| 7.1. Tipo de estudio | 16 |
| 7.2. Área de estudio | 16 |
| 7.3. Población y muestra | 16 |
| 7.4. Definición y operacionalización de variables | 16 |
| 7.5. Métodos y técnicas e instrumentos de recolección de datos | 18 |
| 7.5.1. Preparación de la muestra con el método de cuarteo | 18 |
| 7.5.2. Fórmulas utilizadas para determinar densidad, volumen, peso y PPC | |
| 19 | |
| 7.5.3. Instrumentos de recolección de información | 19 |
| 7.6. Procedimientos para la recolección de datos e información | 20 |
| 7.7. Plan de tabulación y análisis | 22 |
| VIII. Análisis y resultados | 22 |
| 8.1. Diagnostico situacional de los residuos sólidos | 22 |
| 8.1.1. Caracterización del relleno sanitario activo “El Caracol” | 25 |
| 8.1.2. Caracterización de residuos sólidos | 26 |
| 8.2. Valoración del sistema de recolección institucional | 27 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.2.1. | Análisis de encuesta a la población | 27 |
| 8.2.2. | Observaciones generales de la disposición final | 35 |
| 8.2.3. | Análisis del sistema de recolección, traslado y disposición final | 36 |
| 8.3. | Plan de gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino... | 37 |
| 8.3.1. | Objetivos de PGRS | 37 |
| 8.3.2. | Política del Plan de Gestión de Residuos Sólidos..... | 38 |
| 8.3.3. | Alcance de PGRS | 39 |
| 8.3.4. | Lineamientos estratégicos | 39 |
| 8.3.5. | Alternativas o líneas de acción | 39 |
| 8.3.6. | Matriz del Plan de Gestión de Residuos Sólidos del Municipio de Ciudad Sandino | 40 |
| IX. | Conclusiones | 44 |
| X. | Recomendaciones | 45 |
| XI. | Bibliografía..... | 46 |
| XII. | Anexos | 49 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Administración urbana de Ciudad Sandino | 7 |
| Tabla 2 Administración rural de Ciudad Sandino | 8 |
| Tabla 3 Población total urbana y rural de Ciudad Sandino por año calendario, año 2020-2021 | 9 |
| Tabla 4 Composición de los residuos sólidos de Ciudad Sandino | 10 |
| Tabla 5 Horarios y rutas de recolección del municipio de Ciudad Sandino | 11 |
| Tabla 6 Leyes ambientales de Nicaragua con énfasis en manejo de residuos sólidos | 14 |
| Tabla 7 Operacionalización de variables | 17 |
| Tabla 8 Instrumentos utilizados para la recolección de datos | 20 |
| Tabla 9 Depósitos ilegales y autorizados | 23 |
| Tabla 10 Peso de recolección domiciliar | 24 |
| Tabla 11 Pesos recolección municipal | 25 |
| Tabla 12 Caracterización de los residuos sólidos | 26 |
| Tabla 13 Producción per cápita municipal | 27 |
| Tabla 14 Organización y planificación de tareas | 38 |
| Tabla 15 Líneas de acción del PGRS | 40 |
| Tabla 16 Formato de registro de las entrada al relleno sanitario | 40 |
| Tabla 17 Plan de capacitación y educación ambiental | 41 |
| Tabla 18 Plan de lixiviados. Objetivo 3. | 42 |
| Tabla 19 Plan de monitoreo. Objetivo 3. | 43 |

Índice de gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 Total de habitantes en el hogar _____ | 28 |
| Gráfico 2 Conocimiento sobre que son los residuos sólidos _____ | 28 |
| Gráfico 3 Conocimiento sobre que residuos sólidos se pueden reciclar _____ | 29 |
| Gráfico 4 Sistema de separación en el hogar _____ | 30 |
| Gráfico 5 Tipo de residuo sólido más desechado _____ | 30 |
| Gráfico 6 Residuo sólido más desechado _____ | 31 |
| Gráfico 7 Frecuencia de reciclaje en el hogar _____ | 31 |
| Gráfico 8 Residuo sólido más reciclado _____ | 32 |
| Gráfico 9 Conocimiento de la disposición final de los residuos sólidos _____ | 33 |
| Gráfico 10 Calificación al sistema por parte de habitantes _____ | 33 |
| Gráfico 11 Frecuencia del tren de aseo según habitantes _____ | 34 |



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

“2023: Seguiremos avanzando en victorias educativas”

Managua, 05 de enero 2023

CARTA AVAL DEL TUTOR

Por medio de la presente hago constar, que luego de haber acompañado en las diferentes fases del proceso de elaboración de Seminario de Graduación con el tema **“Propuesta de Plan de gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino 2023-2027.”**

Realizada por los estudiantes:

Hannyke Ferxenia Lara Ramírez. *Carne No. 17-04242-7*

Yamir Ezequiel Salgado Brizuela. *Carne No. 17-04732-2*

Aldin Jacdanny Mendoza Muñoz. *Carne No. 17-04222-9*

Estimo que reúne los requisitos académicos y científicos conforme lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil, Modalidades de Graduación de la UNAN-Managua. Aprobado en mayo del 2017. Cumpliendo con el articulado; Art. 43 así como también con el artículo 45 de la Normativa para las Modalidades de Graduación como Formas de Culminación de los Estudios. Plan de estudios 2016. Aprobado por el Consejo Universitario en sesión ordinaria No. 21-2012 el 26 de octubre del 2012.

Como consecuencia, el mismo está en condiciones para ser presentado en acto de defensa, cuando se estime conveniente. Presente a los 05 días del mes de enero 2023, en la ciudad de Managua, Nicaragua.

M.Sc. Gena del Carmen Abarca

Tutora

Docente del Departamento de Biología

¡A la Libertad por la Universidad!

Rotonda Universitaria Rigoberto López Pérez, 150 Metros al Este, Código Postal: 663 - Managua, Nicaragua

Teléfonos 505 22770267 | 22770269, ext. 5144.

Correo: gabarca@unan.edu.ni | www.unan.edu.ni

Resumen

El presente documento se elaboró en el periodo de agosto-diciembre 2022, en colaboración con la Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino, con el propósito de sugerir un Plan de Gestión de Residuos Sólidos que muestre los puntos críticos del actual sistema de recolección, transporte y disposición final, así mismo, dando soluciones para la mejora del sistema tomando en cuenta la valoración de los habitantes del municipio y observando el estado actual de los depósitos y centros de transferencia.

El diagnóstico situacional tiene un alcance descriptivo con enfoque cualitativo realizados con los datos de volumen total de los residuos sólidos generados en el municipio durante la semana del 24 al 29 de octubre del 2022, obteniendo un volumen total de 2670 m³. Logrando describir que el actual sistema no cubre con la demanda de la población dado a su crecimiento exponencial en los últimos años y la falta de cultura ambiental de estos.

Fundamentado en el diagnóstico, se establecieron alternativas integradas en el plan de gestión de residuos sólidos, con el objetivo de mejorar el actual sistema de manejo, recomendando acciones a realizar en la mitigación de efectos perjudiciales al medio ambiente y a contribuir a la concientización de manera que se genere el vivir limpio y sano en la ciudad.

I. Introducción

Una de las mayores problemáticas ambientales es el tema de los residuos sólidos, siendo de los principales factores causantes de la pérdida de la calidad medio ambiental a nivel mundial, deteriorando hábitat y afectando de manera indirecta al clima a nivel regional. Al observar las afectaciones generadas, se han diseñado diversos planes de manejo enfocados en la gestión integral del medio ambiente, conformándose por varios aspectos importantes para que se cumpla con el objetivo impuesto en la gestión. La acelerada generación de desechos viene de la mano con el incremento de la población de un determinado lugar y por el nivel de cultura ambiental de los habitantes, dado esto, queriendo prevenir futuras afectaciones sanitarias, se contempla la necesidad de implementar estrategias para la disminución de estos desechos; con la ayuda de intermediarios gubernamentales, no gubernamentales y empresas privadas.

Durante las dos últimas décadas, en Nicaragua se han establecido varios sistemas de control para la gestión de los residuos, prestando especial atención a las estrategias de prevención. Sin embargo, a pesar de este énfasis en la prevención, la cantidad de residuos generados ha ido en aumento, tomando como ejemplo Ciudad Sandino, cuyas características territoriales presentan como cabecera municipal, el área o parte que comprende lo que hoy se conoce como “*Ciudad Sandino parte Urbana*”. La zona urbana representa el 90% del territorio que está organizada en 15 zonas y 10 asentamientos. El área de estudio de este plan de gestión de residuos sólidos está compuesta por las 15 zonas y 3 comarcas que conforman el municipio, albergando un total de 126,582 habitantes. Durante el periodo de agosto- septiembre 2022, se preparó un diagnóstico y evaluación de la gestión de los residuos sólidos no peligrosos generados en el municipio de Ciudad Sandino, para evaluar el manejo actual por parte de los pobladores y la entidad reguladora que es la Alcaldía Municipal. Para la estimación en la generación de los residuos sólidos de los hogares de ciudad Sandino se aplicó el método de producción per cápita, densidad, volumen, peso y composición, utilizando los datos obtenidos de la recolección municipal, con la intención de realizar recomendaciones a las dificultades encontradas en el proceso de observación y recopilación de datos, formuladas en un Plan de Gestión de Residuos Sólidos para un periodo del 2023 – 2027.

II. Antecedentes

En Nicaragua y en especial a nivel municipal y regional se han realizado informes de proyectos, evaluaciones y diagnósticos, Espinoza T & Parra F (2017), realizaron un proyecto de reconocimiento en el Municipio de Ciudad Sandino, estos mencionan que el vertedero municipal a cielo abierto funciona desde el año 2001, y que en ese momento existía un único tratamiento, realizado por 70 recicladores, que seleccionan los residuos entre las 80 toneladas que llegaban diariamente; también, recalcan el surgimiento de la planta de reciclaje en el año 2014, la cual tuvo un costo de € 24,000 euros; con la ayuda de la Unión Europea y la Cooperación para el Desarrollo de Países Emergentes (COSPE), con apoyo del gobierno municipal y la colaboración de la Cooperativa Nueva Vida Limpia y la Red de Emprendedores Nicaragüenses del Reciclaje (REDNICA).

MEM et al. (2012), realizaron un Plan de Acción de País, dentro del marco de la Iniciativa Global del Metano, en donde mencionan que en el país se encuentra un total de 24 vertederos municipales; sus resultados fueron obtenidos de una muestra de 18 de los 24 vertederos, para obtener la generación de residuos per cápita, dando como resultado que en Managua fue de 0.81 Kg/persona/día; en los municipios grandes 0.73Kg/persona/día; en municipios medianos 0.49Kg/persona/día y en municipios pequeños 0.35Kg/persona/día; determinando que la densidad de desechos producidos en Managua es de 700 Kg/m³ y clasificando porcentualmente la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos producidos por los municipios: Managua (orgánico 72.94%, inorgánico 27.06%); Municipios grandes (orgánicos 73.08%, inorgánicos 26.09%); municipios medianos (orgánicos 71.54%, inorgánicos 28.46%) y municipios pequeños (orgánicos 84.18%, inorgánicos 15.82) .

Un estudio regional realizado por OPS en 2002, en 41 municipios de Nicaragua denominado "*Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales*" obtuvo como resultado que el porcentaje de la cobertura de recolección a nivel urbano de los residuos sólidos municipales es del 69.43 %; teniendo como principal instrumento de disposición final los rellenos sanitarios, cubriendo un porcentaje de uso

del 17.88% sobre el total de municipios, el resto usa botaderos a cielo abierto; este mismo estudio, monitoreo la producción per cápita promedio en los mismos 41 municipios durante el año 2001, obteniendo como resultado un total de 0.585 Kg/habitante/día; con una población nacional de 5,205.022 habitantes, estimando una producción de 3,044.937.87 Kg/día; equivalentes a 3,044.94 toneladas métricas/día

III. Justificación

El incremento poblacional que se ha dado en los últimos años en ciudad Sandino, ha incrementado la problemática de los residuos sólidos y en el presente periodo (2022) la administración del municipio de Ciudad Sandino no cuenta con un documento que contemple un plan de gestión de residuos sólidos, o actividades de mitigación y compensación de los efectos que se generan durante las actividades diarias de recolección de los residuos sólidos. Tras las construcciones de rellenos sanitarios (actualmente uno en funcionamiento), solamente cuentan con disposición final de desechos para 50 años, sin embargo, no contempla las actividades de cierre cuando caduque la utilidad de dichos rellenos.

Los residuos generados por los pobladores de los distintos sectores de la ciudad hacen que el problema sea evidente por la falta de educación ambiental y esto conlleva a que se produzcan centros de acopios ilegales perjudicando a la comunidad, al medio ambiente y la logística del ente regulador (alcaldía de Ciudad Sandino).

La problemática se evidencia durante la época lluviosa, ya que, la falta de educación ambiental de la población, hace que el sistema de alcantarillado y canales se saturen haciendo que las enfermedades y los puntos de inundación se incrementen de manera exponencial durante este periodo.

IV. Objetivos:

General

Diseñar un Plan de Gestión de residuos sólidos para el municipio de Ciudad Sandino para el periodo (2023-2027).

Específicos

- Caracterizar los residuos sólidos, que se generan en el municipio de Ciudad Sandino.
- Valorar el sistema de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos.
- Elaborar una propuesta de un Plan de Gestión de Residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino

V. Fundamentación teórica

5.1. Generalidades de Ciudad Sandino

En los registros de historia de Nicaragua se evidencia el origen del municipio de Ciudad Sandino siendo creada en el año 1969 por el reasentamiento de damnificados producto de la crecida del lago Xolotlán, teniendo su mayor influencia en el año 1972 tras el terremoto histórico de Nicaragua, llegando a convertirse en los años 80's en el distrito N°1 del departamento de Managua (UNI-IRTRAMMA, 2016).

Tras convertirse en distrito el gobierno de Nicaragua creó el proyecto "Organización Permanente de Emergencia Nacional" (OPEN); surgiendo poblaciones de las actuales zonas 1, 2 y 8 llamadas en ese entonces "OPEN 3". El 17 de Julio de 1979, el nombre de OPEN 3, fue cambiado a Ciudad Sandino, el cual fue aceptado por la ciudadanía y hasta hoy es conservado. En enero de 2000, Ciudad Sandino es elevada a la categoría de Municipio del departamento de Managua, a través de la ley N° 329, publicada en enero del mismo año (Alcaldía de Ciudad Sandino, 2012).

En la ciudad predominan las superficies planas desde 0 a 2% y los relieves escarpados predominan pendientes de 50%. Toda la zona se encuentra ubicada en la falla de Nejapa, con cauces naturales situados dentro del área rural generando puntos críticos (Aguilar & Gómez, 2017).

Según municipios de Nicaragua (2021), los límites del municipio son:

- Al Norte, con el Municipio de Mateare;
- Al Sur, con el Municipio de Managua y villa El Carmen;
- Al Este, con el Lago de Managua o Xolotlán;
- Al Oeste, con los municipios de Mateare y Villa El Carmen.

5.2. Administración territorial

El territorio de Ciudad Sandino se divide en rural y urbano, con base al uso actual y potencial de suelo, de recursos y de actividades económicas. Con tres micro-regiones o zonas de desarrollo sostenible / económico, social, ambiental, considerando el mapeo económico urbano y rural, de las empresas por sector y de las actividades de cultivos anuales, de pastos y de bosques, así como de zonas de desarrollo (Alcaldía de Ciudad Sandino, 2012). En la tabla 1 se muestra la administración urbana del municipio.

Tabla 1 Administración urbana de Ciudad Sandino
Área urbana

| Zonas | Barrios | Asentamientos | Lotificaciones y urbanizaciones |
|-------|--|---|---|
| 1 | Barrio Silvio Mayorga | | |
| 2 | Barrio José Leonardo Bustos Selva | | |
| 3 | Barrio Edgar Taleno Villa Democracia | | |
| 4 | Barrio Marlon Zelaya Cruz | | |
| 5 | Anexo Carolina Calero Norte | | |
| 6 | Anexo Carolina Calero Sur Anexo Villa Nueva Roberto Clemente | | |
| 7 | Barrio José Luís Vergara Barrió Tangará | Asentamiento Oro Verde Asentamiento Villa Xiloa (la Garita) Asentamiento la Arenera Asentamiento Bella Vista Caserío Miraflores | |
| 8 | Barrio Bella Cruz | Asentamiento la Isla | Urbanización Villa la Concha Lotificación Santa Elena |
| 9 | Barrio Bello Amanecer Reparto Eduardo Contreras II Anexo Los Profesores Orillas del Cauce Anexo II Etapa | | Lotificación Villa Motastepe No 1 Lotificación Prinzapolka Lotificación Villa Motastepe No 2 (Los Leiva) Asentamiento Nuevo Amanecer |

| | | | | | |
|----|---------------------------|------------------------|---------|--|---------|
| 10 | Barrio Vista Hermosa | Urbanización Cristo | Monte | Residencial Contreras (Satélite de Asososca) | Eduardo |
| | Colonia Alemana | Asentamientos Blanco | Audilia | Residencial Xavier | Gruta |
| | Callejón de los Sueños | Asentamiento UNILEVER. | | | |
| 11 | Barrio Enrique Smith | | | | |
| 12 | Barrio Roberto Clemente | | | Urbanización Soberana | Villa |
| 13 | Barrio Motastepe Norte | Asentamiento Jerusalén | Nueva | Lotificación San Roque I y II etapa | |
| | Anexo Motastepe Norte | | | | |
| 14 | Anexo Carolina Calero sur | | | Urbanización Rosa | Santa |
| 15 | | | | Urbanización Eduviges, urbanización San Andrés | Santa |

Fuente. Adaptado de caracterización del municipio de ciudad Sandino, 2012.

La macro zona rural del municipio se caracteriza por el predominio de parcelas pequeñas y medianas, teniendo como principal apoyo económico la producción agropecuaria de tipo huerta para autoconsumo y venta, también se realiza la actividad de extracción de leña a pequeña y mediana escala, para comercialización en la ciudad, con población dispersa a lo largo del camino de tiempo seco (UNI-IRTRAMMA, 2016). En la tabla 2 se muestra la composición de la zona rural del municipio.

Tabla 2 *Administración rural de Ciudad Sandino*
Área rural

| Comarcas | Caserío, Urbanización y colonias |
|------------------------------------|---|
| Cuajachillo N°1 | Caserío los Planes de Cuajachillo Urbanización los guayacanes Colonia La Paz |
| Cuajachillo N°2 | Urbanización Arco Iris Valles los Solano Los filos de Cuajachillo Hacienda El Pozo |
| Trinidad Central Trinidad Norte | San Miguel |

Fuente. Adaptado de caracterización del municipio de ciudad Sandino, 2012.

5.3. Demografía

El municipio de Ciudad Sandino se ha caracterizado por su incremento poblacional notable, según datos del censo INEC (2005), para ese año tenía una población total de 75,083 Habitantes con un factor de crecimiento del 2.5%; Al actualizar los datos se obtuvieron que la población incrementó a 126,582 habitantes, distribuidos por sexos con un total de hombres 60,697 y mujeres 65,885, cambiando su factor de crecimiento entre 2.9% - 3.0% en área rural y 2.2% - 2.4% en área urbana, la zona urbana representa el 90% del territorio que está organizada en quince zonas y 10 asentamientos. El área de estudio está compuesta por 15 zonas y 3 comarcas (INIDE, 2020). En la tabla 3 se muestra la distribución total poblacional por territorio.

Tabla 3 Población total urbana y rural de Ciudad Sandino por año calendario, año 2020-2021

| Municipio de Ciudad Sandino | | | | | |
|-----------------------------|-------|---------|---------|-------|---------|
| 2020 | | | 2021 | | |
| Urbana | Rural | Total | Urbana | Rural | Total |
| 121,933 | 1,681 | 123,614 | 124,702 | 1,880 | 126,582 |

Fuente. Anuario estadístico, INIDE, 2020.

5.4. Desechos sólidos generados en el municipio de Ciudad Sandino

En Ciudad Sandino se producen 100 toneladas de basura aproximadamente, 300m³ por día se depositan en los andes. Es importante mencionar que, a nivel nacional, se ha estimado que la generación total de residuos sólidos es de 3,500 Ton/día, lo que equivale a una producción de 1, 600 Ton/día, con una PPC de 0.7 kg/hab/día y para el resto del país se ha considerado una producción por habitantes de 0.45 kg/hab/día, en el área urbana. Quizás el mayor problema en materia de los GIRS en el país es que no existe un registro nacional de la cantidad y características de los residuos que se generan y recolectan en el país. Las entidades se basan en estudios realizados en diversos momentos en ciertos países del país y por lo tanto debe entenderse como estimación (PROMAPER, 2004).

Según el INIDE (2006), en el VIII censo de la población y el IV de la vivienda, la producción actual está asociado a que solo 4 de cada 10 hogares tiene servicios de recolección municipal, lo que hace deducir que los residuos, al menos no peligrosos de origen familiar son quemados, enterrados, arrojados a predios baldíos o bien, a un cuerpo receptor (ríos entre otros), generando problemas de todo tipo, desde contaminación paisajística, hasta problemas de salud pública. En la tabla 4 se muestra el porcentaje de composición de los desechos sólidos.

Tabla 4 Composición de los residuos sólidos de Ciudad Sandino

| Tipo | Materia Orgánica | Hojas/Ramas | Papel/Cartón | Textiles | Cuero/Goma | Plástico | Metales | Vidrio | Otros |
|-----------|------------------|-------------|--------------|----------|------------|----------|---------|--------|-------|
| C/Sandino | 22.99 | 45.93 | 4.37 | 3.08 | 0.90 | 6.67 | 0.67 | 0.45 | 14.92 |

Fuente. PROMAPER, capacitación operativa y seguimiento en la gestión de residuos sólidos de ciudad Sandino, 2004.

5.5. Sistema de recolección de desechos sólidos

Actualmente el sistema cuenta con 5 flotas de recolectoras (compactadores) de los cuales solo tres están funcionando. Se cuenta con 4 camiones volquetes, dos con capacidad de 11m³ y los otros de 14m³, 24m³ y 36m³ respectivamente. La Alcaldía solamente se encarga de la recolección desde la fuente, transporte y disposición final de los desechos sólidos.

A las empresas dentro del perímetro de cobertura municipal, se les realiza recolección, en el que deben realizar pago por el servicio; de los desechos hospitalarios solamente se recolectan los desechos no contaminantes, el resto es incinerado por parte del hospital, anteriormente estos desechos eran quemados en una fosa por la alcaldía (Funcionario de la Alcaldía de Ciudad Sandino, 2022). Para la recolección de los residuos, la alcaldía tiene un recorrido y horario establecido, en la tabla 5 se detallan.

Tabla 5 Horarios y rutas de recolección del municipio de Ciudad Sandino

| N° | Equipos | Capacidad m ³ | Placas | Zonas atendidas | Horarios | |
|----|---|-----------------------------|-------------------|---|----------|-------|
| | | | | | L/M/V | M/J/S |
| 1 | Recolectora International blanca | 24 | M316624 | Zona # 7: parte de abajo, satélite y gruta Xavier, casas mil colores II etapa y III Etapa Bello Amanecer y Villa Soberana. | x | x |
| 2 | Recolectora International blanca /Recolectora Mack blanca | 35 | M316624 /M-314407 | San Miguel, zona 3 y Zona 5 Empresa del municipio. | x | x |
| 3 | Recolectora Volvo blanca | 26 | M313919 | Zona 8: Barrio Hilario Sánchez la Isla y DELICARNE Zona 4: (Cauce zona 5 -Biblioteca Rubén Darío)FUPADE | X | x |
| 4 | Recolectora Volvo blanca | 26 | M313919 | Zona 1, 2 Zona 6, zona 5: hasta calle costado sur con el colegio José Artigas. | x | x |
| 5 | Camión dong feng | 13 | 258-542 | Zona 10, Audilia Blanco, los Chilamates, EMENSA Y auto Lavado | x | x |
| 6 | Recolectora International blanca | 24 | 324-164 | Santa Eduvigis, zona 12, Dos callejones Hilario Sánchez. Zona 9 (I etapa) Anexo San Roque y villa Jerusalén, Zona # 13 y Altos de Motastepe | x | x |
| 7 | Camión dong | 13 | 258-548 | Villa La concha, Zona 5 , 11 Callejones Zona 3, Zona 7, Oro verde Villa Xilosa | x | x |
| 8 | Camión volquete sinotruck | 10 | M 220-761 | Tangara, Arenera, las brisa, San Cayetano, UNILEVER y Altos de Las Brisas Carolina Calero Central, Norte y Valle Sta. Rosa | x | x |
| 9 | Camión volquete sinotruck | 10 | 220-757 | Quilombo, los Leiva, Villa Motastepe Norte hasta Calle 12 (Miriam Ruiz) y Prinzapolka Cuajachillo 1, cauce de Cuajachillo N°1, los Guayacanes | x | x |
| 10 | Tractor Belarus | 13 | 191-992 | CCS, Villa Nueva, santa Elena, Barrio Perpetuo del socorro Nueva Vida I, II, III. IV etapa y Redes de solidaridad, clínica House San Andrés | x | x |
| 11 | International | | M-344618 | Pradera | x | |
| 12 | Tractor belarus | 10 | M 104-589 | Limpieza Pública Barrio Daniel Ortega | x | x |
| 13 | Tractor belarus | 10 | | Limpieza publica | x | x |
| 14 | Tractor belarus | 10 | | Limpieza de cauce | x | x |
| 15 | Tractor John Deere | 10 | M313919 | Poda de árboles /Parques | x | x |

Fuente. Adaptado de Ruta de recolección de desechos sólidos, Alcaldía de Ciudad Sandino, 2021

En la actualidad se ha incrementado la proliferación de botaderos ilegales por motivos del aumento poblacional, lo cual se ve reflejado durante la temporada lluviosa, la dificultad que tienen los camiones de recolección al ingresar a ciertos puntos de la ciudad, habiendo un total de 11 depósitos ilegales en el municipio.

5.6. Relleno sanitario

El vertido final de los desechos sólidos se realiza en el vertedero municipal al aire libre, sin ningún tratamiento, y está ubicado a 3.5 km del centro urbano. El aprovechamiento de los desechos sólidos biodegradables se realiza en la compostera municipal, en donde se elabora abono orgánico o compost, en cantidades comerciales. El segundo relleno sanitario tecnificado, se encuentra en la comarca Trinidad Norte a unos 7.0 km del centro urbano. El costo estimado de este relleno fue de 1.3 millones de dólares; de los cuales se ha aportado el terreno de 16.5 MZS, de los cuales se aprovecharán 7.5 MZS. Se iniciaron en el 2009 los estudios técnicos para la factibilidad, así como las obras del drenaje pluvial, movimiento de tierra para la construcción de las primeras cinco terrazas (Alcaldía de Ciudad Sandino, 2012).

5.7. Análisis de riesgo

Para la ejecución del proyecto Construcción de un relleno sanitario en ciudad Sandino, es necesario tomar en cuenta las condiciones ambientales del municipio, así como los factores naturales que se dan en la zona y las capacidades que tendrán los trabajadores para enfrentar cualquier contratiempo causado en la realización del proyecto (Alcaldía de Ciudad Sandino, 2008). Donde se tome en consideración todos los riesgos a los se está expuesto el municipio, ya sean naturales o no, para efectos de este plan se tomarán las amenazas naturales.

5.7.1. Amenazas naturales

Durante la realización del proyecto, se pueden presentar riesgos o amenazas ocasionadas por fenómenos naturales que pueden ocurrir en la zona. Por eso hay que tomar en cuenta estos factores y evaluar los riesgos y amenazas que pueden causar (Alcaldía de Ciudad Sandino, 2008).

Los posibles accidentes que pueden ocurrir dentro del Relleno Sanitario pueden ser:

- *Inundaciones:* Este se puede dar en las épocas de invierno cuando se presentan tormentas tropicales y huracanes, que pueden causar la inundación de las trincheras de drenaje de lixiviados provocando la contaminación de aguas superficiales.
- *Sismos:* Los sismos pueden causar problemas de estabilidad, resultando en derrumbes, deslizamientos, asentamientos y posibles filtraciones de lixiviados al terreno natural
- *Erosión:* La erosión del suelo puede causar des aglomeración y desestabilización del terreno, con el tiempo derrumbes, deslizamientos o asentamientos.
- *Lluvias intensas:* Durante la época lluviosa se pueden producir deslizamientos, por aumento de humedad y peso de las celdas de residuos y consecuente aumento de las presiones intersticiales y disminución de cohesión suelo-residuos, aumento de lixiviados también.
- *Sequías:* Las sequías pueden generar la formación de grietas, desestabilización de terreno ocasionando derrumbes y deslizamientos.
- *Acumulación de lixiviados en el fondo del vertedero:* Aumento de humedad y peso de las celdas de residuos y consecuente aumento de las presiones intersticiales y disminución de cohesión suelo-residuos, originando deslizamientos y derrumbes.
- *Ruptura del dique o muro de contención:* Desestabilización del terreno fuera de la zona del vertedero, contaminación de suelos y aguas subterráneas.

- *Generación de vectores:* Si no se le da un manejo óptimo al relleno se puede convertir en un foco de criadero de vectores.

5.8. Marco legal

Tabla 6 *Leyes ambientales de Nicaragua con énfasis en manejo de residuos sólidos*

| N° de ley o decreto | Nombre | N° de Gaceta | Fecha de publicación | N° de artículo |
|---------------------|--|--------------|-------------------------|----------------|
| Ley 217 | Ley general del medio ambiente y los recursos naturales | 20 | 31 de enero del 2014 | 60 |
| Ley 217 | Ley general del medio ambiente y los recursos naturales | 20 | 31 de enero del 2014 | 27 |
| Decreto No. 20-2017 | Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales | 228 | 29 de Noviembre de 2017 | 6,15,53 |
| NTON (05 014-01). | Norma Técnica Ambiental Obligatoria Nicaragüense para el Manejo, Tratamiento y Disposición final de los Desechos Sólidos no-peligrosos | 96 | 24 de mayo del 2002 | |
| NTON (05 015-02) | Norma Técnica para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos peligrosos | 210 | 5 de noviembre del 2002 | |
| NTON 05 013-01. | Norma técnica para el control ambiental de los rellenos sanitarios para desechos sólidos no peligrosos | 96 | 24 de Mayo del 2002 | |
| Decreto N° 9/96 | Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales | 164 | 9 de Noviembre de 2011 | 96,97 |

Fuente. (Salgado, 2022) recopilación de leyes ambientales.

VI. Pregunta directriz

- ¿Cuál es la Caracterización de los residuos sólidos que se generan en el municipio de Ciudad Sandino?
- ¿Cómo es el sistema de recolección y disposición final actual de los residuos sólidos pertenecientes al municipio?
- ¿Cuál es el proceso para el Plan de Gestión de Residuos Sólidos del municipio de Ciudad Sandino?

VII. Diseño metodológico

7.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de carácter descriptivo por que se enfoca en detallar el actual manejo de los residuos sólidos, para dar una alternativa de mejora aplicable en el sistema; con punto de vista cualitativo, por lo que se utiliza el método de recolección y análisis de datos estadísticos para dar respuestas a incógnitas establecidas y que surgen durante la realización del estudio, siendo de tipo transversal por el tiempo en realizar la recopilación y procesamiento de datos es corto (Baptista Lucio et al., 2014).

7.2. Área de estudio

El presente estudio se realizó en el municipio de Ciudad Sandino ubicado a 12 ½ km de distancia de la ciudad capital con coordenadas latitud norte 12°9'32" y longitud oeste 86°20'39" con una altitud de 230 msnm y una superficie total de 51.11 Km²; comunicándose con los diferentes departamentos del país a través de la carretera Panamericana (Municipios de Nicaragua, 2021).

7.3. Población y muestra

La población de este estudio comprende, los 15 botaderos ilegales y 3 botaderos legales de las 15 zonas y 3 comarcas del Municipio de Ciudad Sandino. Se tomaron 5 muestras por zona y comarca durante 7 días para lograr aplicar el método de producción per cápita, densidad, volumen, peso y composición física en 90 casas seleccionadas aleatoriamente, del área de estudio con la intención de calcular los residuos producidos.

7.4. Definición y operacionalización de variables

Las variables que se identificaron y toman gran importancia en la realización del análisis planificado para el plan de gestión fueron:

Dependientes: volumen, composición física, manejo de residuos sólidos, producción PPC. Independientes: Peso

Tabla 7 Operacionalización de variables

| Objetivo específico | Variables | Tipo de variable | Definición conceptual | Definición de operación | Indicadores | Escala de medición | Técnicas de recolección de datos e información | |
|--|--------------------------------|------------------|---|--|--|--------------------------|--|---|
| | | | | | | | Instrumentos | Técnicas |
| Caracterizar los residuos sólidos que se generan en el municipio de Ciudad Sandino | Peso | Independiente | Peso de los residuos sólidos. | Homogeneizar las muestras y pesarlas. | Capacidad máxima de la báscula | Kg | Báscula | Formato de recolección |
| | Volumen | Dependiente | Magnitud escalar de espacio ocupado por un cuerpo | Volumen generado por zonas | Capacidad máxima del balde. | Metros (M ³) | Recipiente volumétrico | |
| | Composición física | Dependiente | Propiedad medible cuantitativamente | Tomar muestra de 100Kg de los desechos generados | Materia orgánica, Cartón, Plástico, Vidrio, Metal, Papel, Textil, Madera | Kg | Método de cuarteo | Observación <i>in situ</i> |
| Valorar el sistema de recolección y disposición final de los residuos sólidos | Manejo de los residuos sólidos | Dependiente | Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos. | MIRS | Generación, Barrido, separación, recolección, Transporte y Disposición final | Metros (M ³) | Manual de aprovechamiento | Observación en situ, Entrevista, Encuesta |
| Elaborar una propuesta de un Plan de Gestión de Residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino | Producción per-cápita | Dependiente | Producto por persona PIB. | Sumatoria total de las muestras por hab. | Producción de los residuos sólidos de los hogares en C/S. | Kg/Hab/Día | Formulación establecida. | Observación en situ, Entrevista |

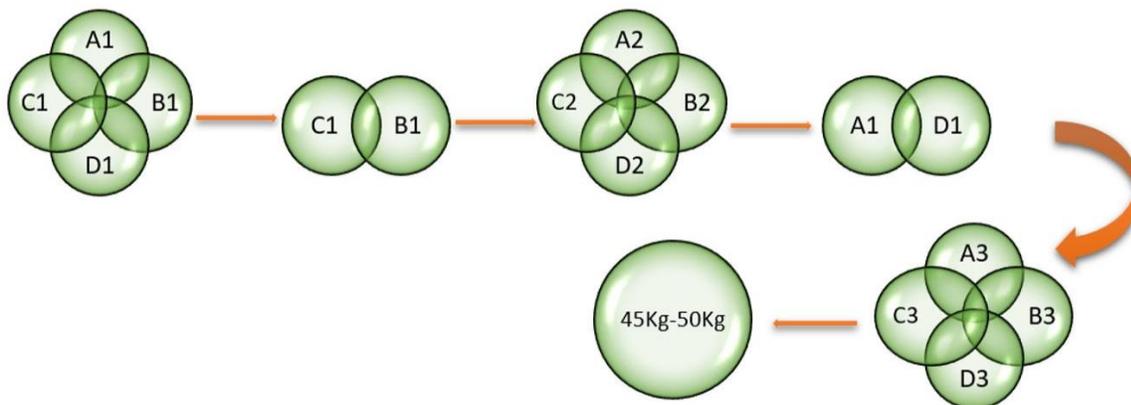
Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) operacionalización de variables.

7.5. Métodos y técnicas e instrumentos de recolección de datos

7.5.1. Preparación de la muestra con el método de cuarteo

Para determinar la composición física de los residuos, se aplica el Método del Cuarteo, el que consiste en tomar una muestra de aproximadamente 100 kg de los desechos generados por las viviendas seleccionadas, posterior se mezclan hasta obtener una porción homogénea, esta porción de residuos ya mezclados perfectamente se deberá de dividir en cuatro partes iguales, se toman las dos partes contrarias y se mezclarán nuevamente. Este proceso deberá de ser repetido hasta obtener una porción de residuos entre los 45-50 kg de peso total de los mismos, (Uriarte & Chavarría, 2021). Ver figura 1

Figura 1 Método de cuarteo



Fuente. (Lara, 2022) recopilación de datos.

Posterior se procedió a realizar una selección y caracterización de los componentes de acuerdo a lo establecido en el estudio:

- Materia orgánica.
- Cartón.
- Plástico.
- Vidrio
- Metal
- Papel
- Textil

- Madera

7.5.2. Fórmulas utilizadas para determinar densidad, volumen, peso y PPC

La densidad se calcula tomando en consideración el peso total de los residuos sólidos recolectados a lo largo de los 7 días de muestreo, entre el valor del volumen al cubo (m³) a través de la siguiente fórmula (Uriarte & Chavarría, 2021):

$$d = P/V$$

Donde:

d = densidad (Kg/m³).

p = peso de los residuos sólidos (kg).

V = volumen del camión m³.

El volumen total se obtiene realizando la suma de los volúmenes obtenidos en los diferentes días de recolección. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$V = h \times \pi r^2$$

h = altura vacía del balde o recipiente.

π = 3.1416

r^2 = radio

Determinación de la producción per cápita.

$$PPC; Kg/hab/dia = 1 \times \sum A/7 \sum B$$

Donde:

A = Peso (Kilogramos de residuos)

B = Número de habitantes.

7.5.3. Instrumentos de recolección de información

Para la recopilación de datos se utilizaron metodologías que favorecieron a la gestión de datos de confiabilidad para el estudio y análisis establecido, en la tabla 8 se presenta la instrumentación usada con relación al método correspondiente:

Tabla 8 Instrumentos utilizados para la recolección de datos

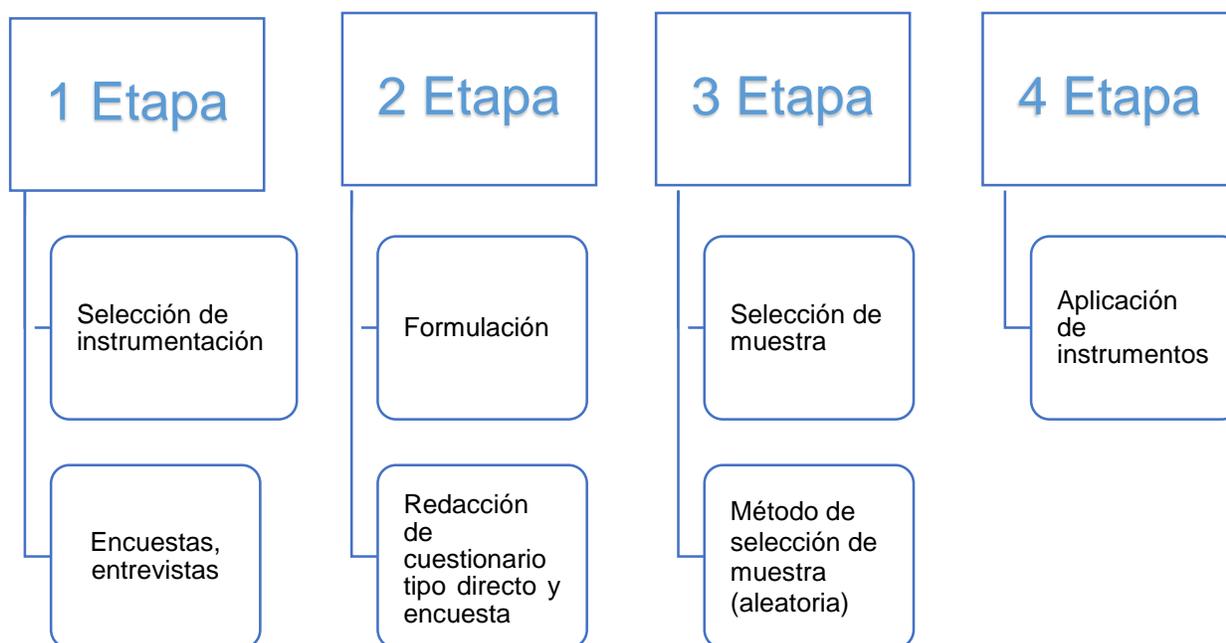
| Método | Instrumento | Sujeto /os |
|-------------------------|--|---|
| Entrevista | Elaboración de preguntas | Ing. Héctor Almendarez Director de SSMM y RN |
| Encuesta | Elaboración de preguntas | Habitantes del municipio |
| Observación in situ | Guía términos de referencia para observación | Manejo actual de los residuos sólidos |
| Método de cuarteo | Caracterización y medición de los residuos sólidos | Todos los residuos sólidos generados por el municipio. |
| Recopilación documental | Indagación de sitios Web. Solicitud de documentación en alcaldía municipal al departamento de servicios municipales. | Todos los datos y estudios recientes sobre el manejo de residuos sólidos y aprovechamiento actual del municipio |

Fuente. (Lara, 2022)

7.6. Procedimientos para la recolección de datos e información

En la siguiente figura se muestra el procedimiento (etapas) utilizado para fines de este estudio y aplicado para la obtención de la información y resultados.

Figura 2: Etapas para la recolección de datos.



Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022)

Etapa 1: En esta etapa se plasmó la información necesaria, conforme a los objetivos trazados en la investigación; por ello se seleccionaron instrumentos y se realizaron

entrevistas, encuestas e indagación de documentos, intentando obtener información lo más actualizado posible para que aporte al desarrollo del análisis, se hicieron solicitud de trabajos por medio de una carta, a la dirección de medio ambiente de la alcaldía municipal de Ciudad Sandino.

Etapa 2: Tras la selección de instrumentos, se pasó a la formulación de la entrevista establecida de tipo abierta y formularios para encuesta tipo mixta. Ver anexos 3 y 4.

Etapa 3: Se definieron a las personas que se les realizará la entrevistas siendo al director de residuos sólidos, posteriormente, con la aplicación de la fórmula para la cantidad de la muestra, se establece el número de habitantes a los que se les realizó la encuesta. Durante la elaboración de esta etapa se contactó con la Directora del departamento de medio ambiente Ing. Jasmina Campos, con la cual, se acordó la información a compartir durante el proceso de la investigación, proporcionando panfletos de educación ambiental, descripción breve del sistema de administración de residuos sólidos y presentando al Ing. Héctor Almendarez director del departamento de Servicios Municipales y Recursos Naturales; seguidamente, se realizó una entrevista sobre las características, problemáticas, volumen de residuos sólidos recolectados, traslado, disposición final y cantidad de depósitos ilegales y autorizados presentes en el municipio de Ciudad Sandino *Ver anexo 3.*

Finalmente se acordó con el Lic. Marvin Méndez López coordinador del área de inspectoría ambiental, la visita de los 12 depósitos con mayor importancia debido a su tamaño y comulación en m³ de basura, del municipio, conociendo la ubicación y el área territorial que comprenden, cuyos datos fueron de importancia para el análisis descriptivo *in situ* de los depósitos georreferenciados, Ver anexo 6.1, del 6.1.1 al 6.1.12.

Etapa 4: Se establecieron los días para la aplicación de la entrevista y las encuestas, efectuándose en tiempo definido *Ver anexo 3.*

7.7. Plan de tabulación y análisis

Los datos obtenidos se organizaron, almacenaron y analizaron, posteriormente se procedió a comparar si los planteamientos redactados son soportados por la información recopilada en el campo. El sistema de almacenamiento estuvo soportado por el software Excel y ArcGIS con los que se pretendió tener un análisis con un grado de exactitud.

VIII. Análisis y resultados

La elaboración de la propuesta de un Plan de Manejo de residuos sólidos, en un periodo de cinco años desde 2023 al 2027, para el municipio de Ciudad Sandino, se realizó una caracterización de los residuos sólidos, se evaluó el sistema de recolección y la disposición final, de igual forma se conoció la producción per cápita por habitante en las 15 zonas y tres comarcas del municipio de Ciudad Sandino, para ello se llevó a cabo un diagnóstico situacional de los residuos sólidos del municipio, abarcando desde los puntos de generación, transporte y disposición final.

8.1. Diagnostico situacional de los residuos sólidos

Para conocer la situación de los residuos en Ciudad Sandino se obtuvo datos de los depósitos ilegales y los depósitos autorizados por la municipalidad, mismos que se presentan en la tabla 9, recopilando el volumen de 12, mediante el informe semanal correspondiente del 24 al 29 de octubre del 2022, facilitado por el departamento de servicios municipales. Ver anexo 1.

Tabla 9 Depósitos ilegales y autorizados**Depósitos ilegales y autorizados**

| Zona | Nombre | Volumen m ³ | Tamaño | Coordenadas | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|--------------------|-------------|-----------|
| | | | | Latitud | Longitud |
| 6 | Camino hacia los Ning | 12 m ³ | 7.10m x500m | 12°9'56" | 86°22'18" |
| 6 | Parque de la zona 6 | 10m ³ | 10.30m x10m | 2°9'42" | 86°21'34" |
| 6 | Detrás de Cantera | 15m ³ | 7.30m x 27.40m | 12°9'47" | 86°21'34" |
| 5 | Centro de transferencia Mercadito Municipal Augusto C. Sandino-Autorizado | 17 m ³ | 6m x 23.20 m | 12°9'54" | 86°21'31" |
| 2 | La compostera – autorizado | 6 m ³ | 35m x 25m | 12°9'40" | 86°21'22" |
| 15 | Santa Eduvigis- Camino Sueño Real | 19 m ³ | 4.1 km x 5.10 m | 12°9'06" | 86°21'36" |
| 9 | Botadero autorizado Altos de Motastepe | 17.5 m ³ | 106m x 40m | 12°7'52" | 86°20'26" |
| Cuajachillo 1 | Botadero Barrio José Daniel | 5 m ³ | 10m x 30m | 12°8'7" | 86°20'33" |
| 10 | Camino por la Paz | 11 m ³ | 32m x 7.50 m | 12°8'49" | 86°20'22" |
| 10 | Entrada Vista Hermosa | 2 m ³ | 5m x 10 m | 12°9'17" | 86°20'27" |
| 8 | Cuadro el Piojo | 2 m ³ | 5m x 10 m | 12°9'26" | 86°20'59" |
| 7 | Frente al Tip Top | 5 m ³ | | | |
| Volumen promedio semanal | | 10.125 m³ | | | |

Fuente: (Informe semanal, Alcaldía de Ciudad Sandino- departamento de servicios municipales, 2022)

Mediante la observación de la tabla anterior, se destacan los depósitos con mayor volumen municipal siendo:

1. Santa Eduvigis-Camino Sueño Real con volumen total de 19 m³ y una extensión territorial de 20,91 km².
2. Botadero autorizado Altos de Motastepe con volumen total de 17.5 m³.
3. Centro de transferencia Mercadito Municipal Augusto C. Sandino con volumen de 17 m³.

Siendo que de los botaderos autorizados es el de Altos de Motastepe como parte de los más grandes en volumen y extensión territorial, cubriendo 106 m de largo y 40m ancho. Dentro de los botaderos ilegales encontramos que Santa Eduvigis- Camino Sueño Real, tiene un volumen superior a todos los visitados. A partir del registro diario que lleva el departamento de servicios municipales se conoció el horario de recolección, procediendo a verificar el cumplimiento del sistema institucional, para ello se obtuvo el peso en m³ por cada zona y comarca, así como los datos de limpieza pública, los cuales se describen en la tabla 10.

Tabla 10 *Peso de recolección domiciliar***Peso total de recolección semanal en desechos domiciliarios**

| Zona | Volumen m³ |
|---|------------------------------|
| Zona 7, Gruta Xavier, casa mil colores | 96 |
| II y III etapa Bello Amanecer, Villa Soberana | 72 |
| San Miguel, zona 3 y 5 | 96 |
| Empresa del municipio | 105 |
| Zona 8 Barrio Hilario Sánchez, la Isla y Delicarne | 78 |
| Zona 4 FUPADE, Cauce zona 5-biblioteca Rubén Darío. | 130 |
| Zona 1 y 2 | 96 |
| Zona 5 costado sur del colegio José Artigas. | 96 |
| Zona 10 Audilia Blanco, los chilamates, EMENSA y auto lavado | 72 |
| Santa Eduvigis zona 12, dos callejones Hilario Sánchez | 96 |
| Zona 9 etapa I anexo. | 96 |
| San Roque, villa Jerusalén, zona 13 y altos de Motastepe | 96 |
| Villa la loncha, zona 5 y 11 | 96 |
| Callejones zona 3, 7, oro verde y villa Xiloa | 96 |
| Tangara, Arenera, Las brisas, San Cayetano, UNILEVER y altos las brisas | 60 |
| Carolina Calero central, norte y valle Santa Rosa | 40 |
| Quilombo, los Leiva, Villa Motastepe norte hasta calle 12 y Prinzapolka | 70 |
| Cuajachillo N°1, cauce Cuajachillo, los guayacanes | 50 |
| CCS, Villa nueva, Santa Elena, barrio perpetuo Socorro | 78 |
| Nueva vida I, II, III, IV, redes de solidaridad y clínica house | 78 |
| San Andrés | 96 |
| Praderas | 96 |
| Volumen promedio semanal | 1,889m³ |

Fuente: (Informe semanal, Alcaldía de Ciudad Sandino- Departamento de Servicios Municipales, 2022)

Al analizar la tabla anterior se muestran las zonas, comarcas y empresas del municipio que generan una mayor cantidad de residuos sólidos, siendo los tres primeros:

1. Zona 4 FUPADE, Cauce zona 5-biblioteca Rubén Darío.
2. Empresa del municipio.
3. Todas las zonas y comarcas que se recolecta un volumen de 96m³.

El departamento de servicios municipales de la alcaldía de Ciudad Sandino como parte de las funciones administrativas que esta tiene es llevar la limpieza a las 15 zonas y 3 comarcas, entre ellos la recolección semanal de las áreas públicas se muestran en la tabla 11, donde la mayor cantidad de residuos según el peso es procedente de la recolección domiciliar con 1,889m³, se obtiene de los botaderos 121m³ y de los espacios públicos 116m³ y todos los residuos sólidos recolectados de colegios y cauces es 256.5 m³, obteniendo un total de 2,670m³ semanales.

Tabla 11 Pesos recolección municipal

| Peso (M³) | Recolección municipal |
|-------------------|------------------------------|
| 256.5 | colegio y cauce |
| 213 | limpieza de calle |
| 116 | espacios públicos |
| 74 | poda de arboles |
| 121.5 | Volumen total de botaderos |
| 1,889 | Recolección domiciliar |
| 2,670 | Total |

Fuente: (Informe semanal, alcaldía de Ciudad Sandino- departamento de servicios municipales, 2022)

8.1.1. Caracterización del relleno sanitario activo “El Caracol”

Mediante la coordinación del Ing. Héctor Almendares, se estableció la visita al relleno sanitario en compañía del Ing. Fabián Sebastián Pupiro González, conociendo la ubicación ver anexo 2, en donde se obtuvo el siguiente análisis:

- Al relleno sanitario semanalmente se llegan a depositar unos 7,400 m³ de basura y este se encuentra a 12 km de las afueras de la ciudad, su operación comenzó en el año 2020, teniendo una vida útil destinado para 20 años, posee una extensión territorial de 13 ½ manzanas con un poso con capas de geomembranas para los lixiviados generados, pero que a la fecha del 3 de noviembre del (2022) se encuentra inactivo, además cuenta con 3 chimeneas y sus debidas conexiones con tuberías de PVC, ver anexo 6, 6.3.
- Durante la observación de campo se identificaron escorrentías provocadas por la época lluviosa y por los diferentes desechos orgánicos e inorgánicos que se degradan por el paso de los días, también se identificaron los empujes y recortes que realizan los trabajadores de la alcaldía de Ciudad Sandino esto con el fin de crear nuevos niveles de terreno con los desechos almacenados. La quema, la separación y la venta de los desechos son realizadas por personas naturales conocidas como pepenadores, quienes permanecen día a día en el relleno sin límite de fecha y hora, ver anexo 6, 6.2.
- En el relleno sanitario, se observó la falta de instalación de respiradores, causando que los incendios sean constantes y sin control; también, la falta de personal administrativo que registre las entradas, salidas y actividades que por su

naturaleza deben de contar con registro de cantidad (m³), fecha, hora y procedencia.

- Las visitas en el relleno sanitario se realizan diariamente por el Ing. Fabián Sebastián Pupiro González como parte de la administración de la alcaldía de Ciudad Sandino, con el objetivo de verificar el estado del relleno; también gestiona los procesos de recortes y empuje antes mencionado, en los momentos que hay aforo de residuos sólidos.

8.1.2. Caracterización de residuos sólidos

Para alcanzar la caracterización de los desechos sólidos se realiza en un área aledaña al relleno sanitario, la separación de los residuos, estos residuos tienen un destino final que son vendidos por los pepenadores y comprados por terceros, los terceros son quienes establecen el tipo y el pesaje de cada uno de los residuos; en la tabla 12 se identifican los tipos, volumen y densidad de los residuos sólidos (*ver anexo 5, 5.1.*)

Se tiene como referencia el volumen máximo del camión Recolectora International Blanca /Recolectora Mack Blanca, (*ver tabla 5,*) de 35m³ para calcular los datos de densidad por tipo de residuo sólido.

Tabla 12 Caracterización de los residuos sólidos

| Tipo de residuo | Peso (Kg) | Volumen (m ³) | Densidad (Kg/m ³) |
|-----------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| Plástico | 2100 | 2.1 | 60 |
| Plástico duro PET 1 y PET 2 | 2200 | 2.2 | 62.8 |
| Cartón | 1600 | 1.6 | 45.7 |
| Hierro | 3200 | 3.2 | 91.4 |
| Papel | 1900 | 1.9 | 54.2 |
| Materia orgánica | 4000 | 4.0 | 14.2 |
| Madera | 7400 | 7.4 | 211.4 |
| Vidrio | 4300 | 4.3 | 122.8 |

Fuente. (Adaptado de empresa S.A, 2022)

La materia orgánica y madera ha sido caracterizada por el departamento de servicios municipales, según los datos obtenidos establecen que en el relleno sanitario se depositan 4,000 Kg de materia orgánica y 7,400 kg de madera, equivalentes a 4 m³ y

7.4m³ respectivos. La empresa compra 2,100 kg de plástico, 2,200 kg de PET 1 y PET2, 1,600 kg de cartón, 3,200 kg de hierro, 1,900kg de papel y 4,300 kg de vidrio semanales, equivalentes a 2.1 m³, 2.2 m³, 1.6 m³, 3.2 m³, 1.9 m³ y 4.3 m³, respectivos.

Obtenida de esta clasificación el mayor pesaje corresponde a 7,400 kg, con una densidad de 211.4 Kg/m³ de residuos de madera que son depositados en el relleno sanitario. Con los datos actualizados, obtenidos del peso en la recolección domiciliar se logró calcular la producción por habitante la generación de 0.93 Kg/Hab/día, comparando la cantidad obtenida con el informe de misión (Olley, 2004) ha disminuido un 0.03 kg por habitante, ver tabla 13.

Tabla 13 Producción per cápita municipal

| Quincenal | Total de habitantes | Peso total en kg | Producción Per Cápita Kg/m ³ /hab. |
|-----------|---------------------|------------------|---|
| 15 días | 126,582 | 1,784,000 | 0.93 Kg/Hab/día |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022)

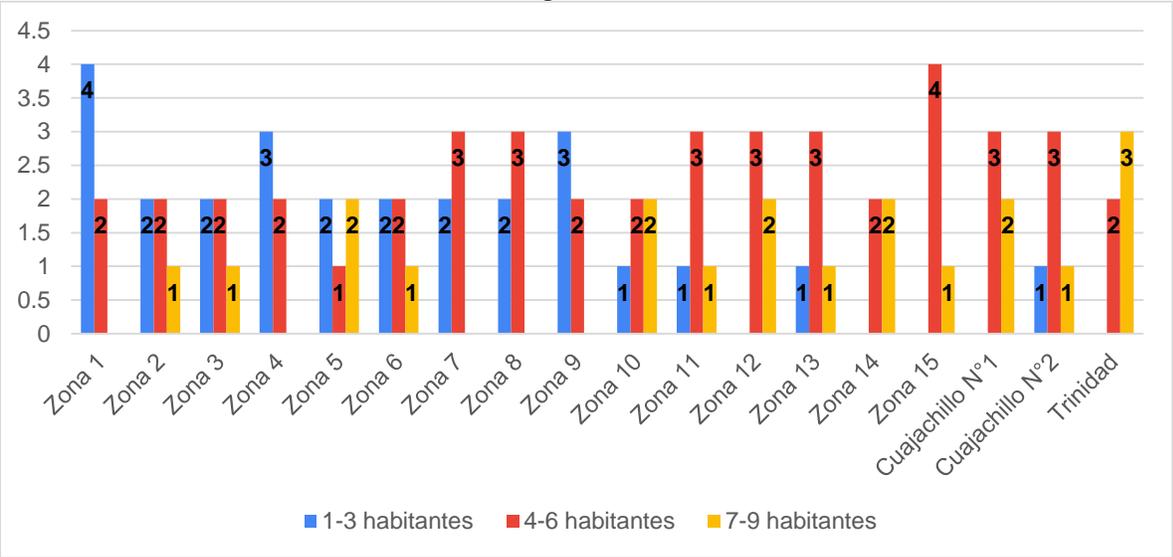
8.2. Valoración del sistema de recolección institucional

Para valorar el sistema de recolección y disposición final de los residuos, se implementó la herramienta “encuesta” en el cual se sondeó a la población de ciudad Sandino en sus diferentes zonas, dando como resultado general la falta de educación y cultura ambiental que posee la población del municipio, que es característicamente joven y despreocupada a las problemáticas ambientales, (ver anexo 4).

8.2.1. Análisis de encuesta a la población

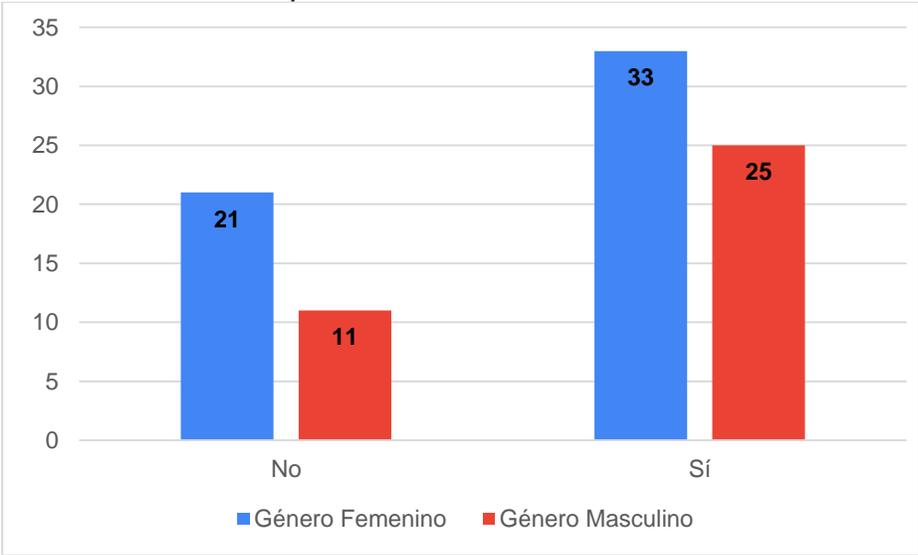
En la comarca Trinidad, se ve reflejado que un 15% de los encuestados presenta un rango de 7-9 habitantes por casa (gráfico 1), el mayor número de familia en los hogares es en la comarca trinidad, esto quiere decir que la densidad poblacional está en crecimiento en esta comarca esto implica un número exponencial de residuos generados a futuro. (Ver anexo 4.2.1). En el gráfico 1 se observa el número de habitantes por vivienda según la zona.

Gráfico 1 Total de habitantes en el hogar



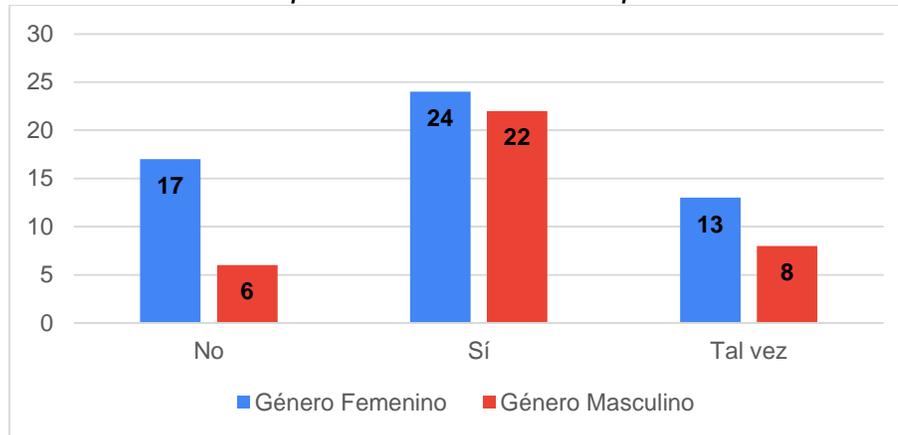
A los encuestados se les consultó ¿Sabe usted qué son los residuos sólidos? (gráfico 2) se muestran los resultados agrupados por el sexo, donde se refleja que las mujeres saben que son los residuos sólidos, es decir el 36.6% y tan solo 27.7% de los hombres saben, en cambio 35.5% de los hombres y mujeres no saben que son los desechos esto significa que la mayoría de ellas saben el impacto que tienen los residuos. (Ver anexo 4.2.2.)

Gráfico 2 Conocimiento sobre que son los residuos sólidos



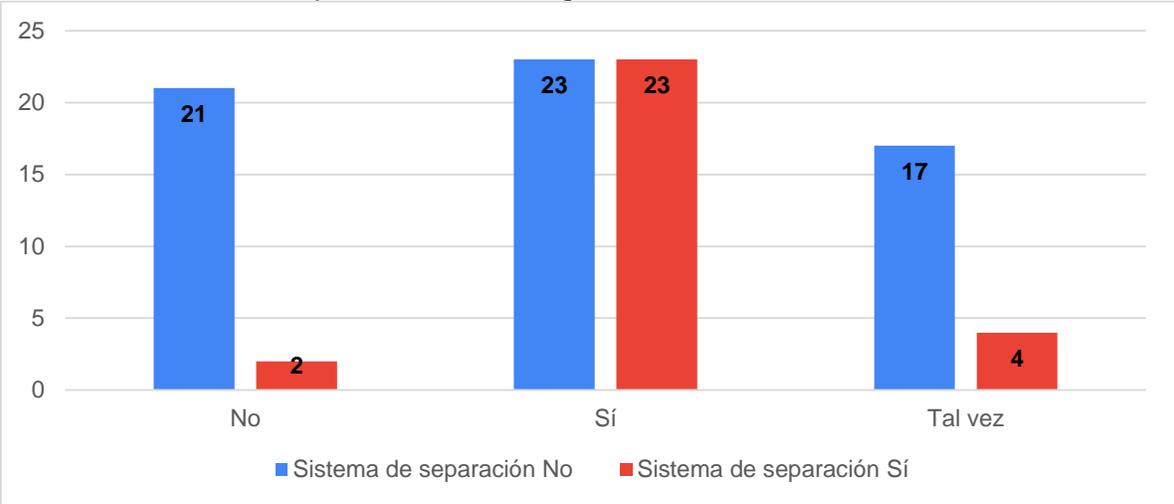
Al preguntar el conocimiento sobre que residuos sólidos se pueden reciclar o no, (ver gráfico 3), el 25.5% de las personas no realiza ningún tipo de reciclaje y el 51.1% si sabe que puede reciclaje y tan solo el 23.3% de las personas tal vez haría el reciclaje, esto quiere decir que menos de la mitad de la población haría uso del reciclaje. (Ver anexo 4.2.3.)

Gráfico 3 Conocimiento sobre que residuos sólidos se pueden reciclar



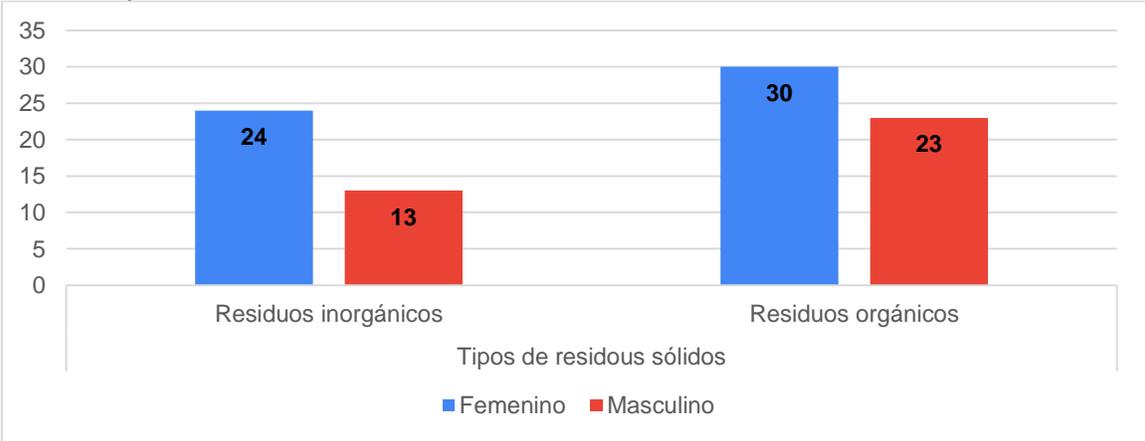
En el gráfico 4, se muestran los datos obtenidos de las personas que no tienen un concepto sobre que es residuos sólidos, se encontró, que éstas no realizan un sistema de separación propio y equivalen al 23 % con 21 respuestas, pero de los encuestados que si saben que son los residuos y no realizan la separación debida, el porcentaje es de 26% con un numero de respuestas de 23, por otro lado, los que si realizan la separación en sus hogares y saben que son los residuos pertenecen al 26% con 23 respuestas, en cambio, con las que no saben y si realizan son el 2% con 2 respuestas, ya que, realizan esta actividad con el objetivo de separar lo que tiene un valor económico, el restante 23% pertenecen a los que tienen una idea no tan clara sobre los residuos sólidos. (Ver anexo 4.2.4.)

Gráfico 4 Sistema de separación en el hogar



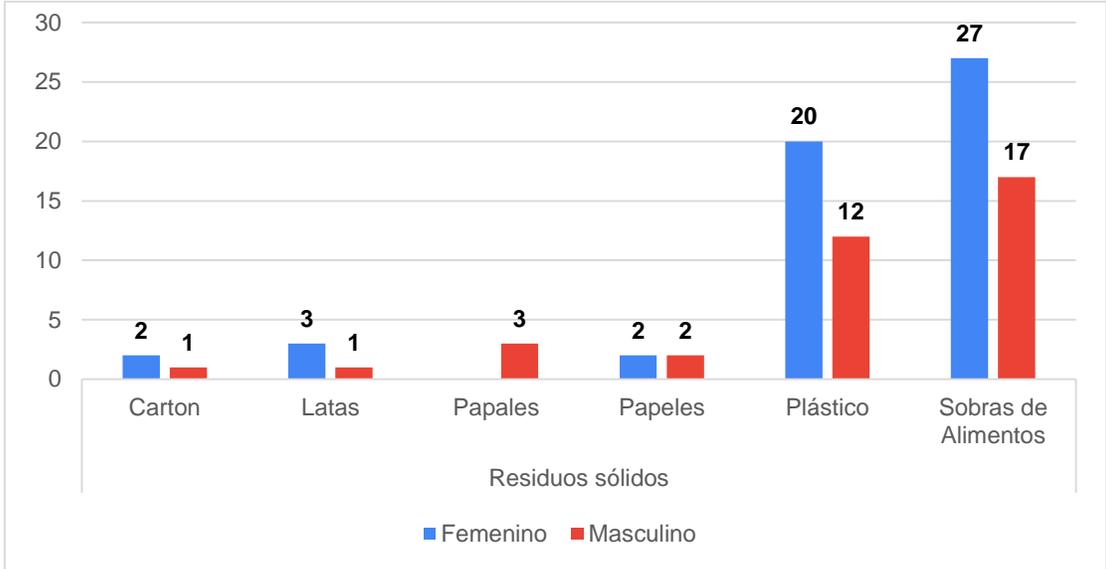
En el gráfico 5, se señala el tipo de residuo más desechado por ambos géneros corresponde a los desechos orgánicos con un porcentaje a 33% equivalentes a 30 respuestas en mujeres y el 26% en hombres correspondiente a 23 respuestas. (Ver anexo 4.2.5.)

Gráfico 5 Tipo de residuo sólido más desechado



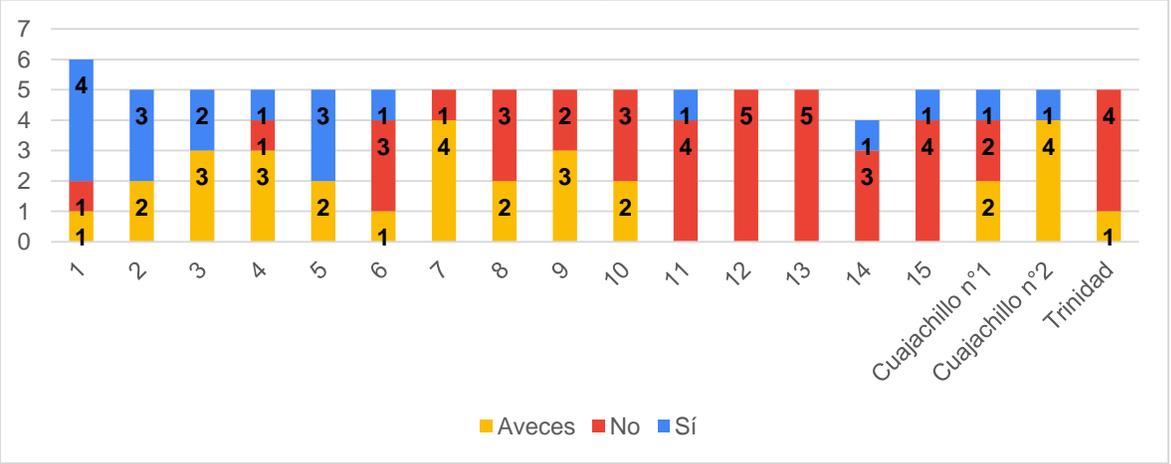
A nivel municipal se encontró que los residuos de alimentos son los más desechados por los habitantes perteneciente al 50% con 27 respuestas para mujeres y 47% con 17 respuestas para hombres, seguido con desechos plásticos con un total de 70 %, datos de respuestas mostrados en gráfico 6. Ver anexo 4.2.6.

Gráfico 6 Residuo sólido más desechado



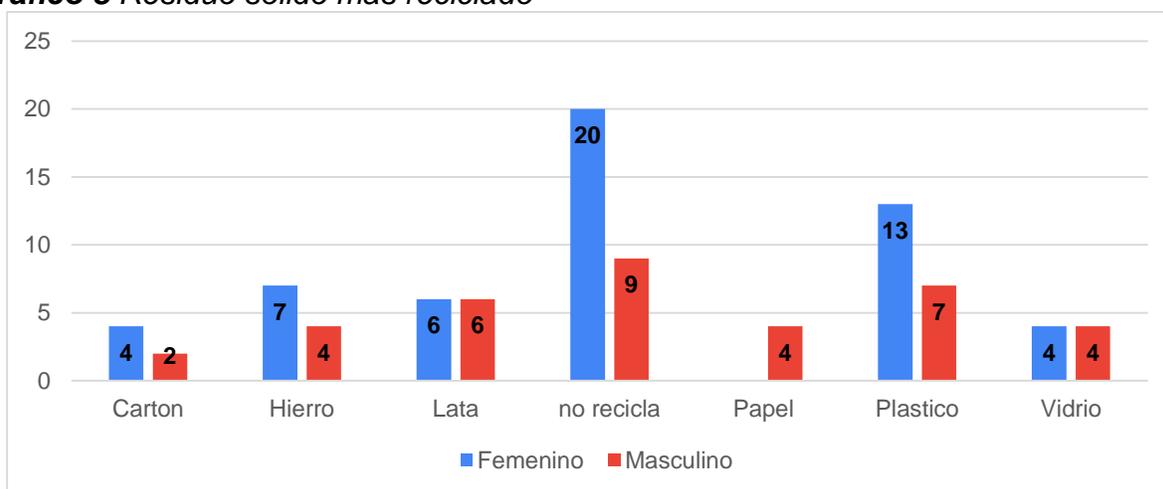
Según los datos obtenidos se refleja en el grafico 7 el 45.50% de los habitantes del municipio de Ciudad Sandino no realizan reciclaje, este porcentaje pertenece a 41 respuestas; por otro lado, el 21.10% que corresponde a 19 respuestas, si realizan esta actividad, ya sean para reutilizar los residuos en sus hogares o para la venta de estos como materia prima a otras pequeñas y grandes empresas. Ver anexo 4.2.7

Gráfico 7 Frecuencia de reciclaje en el hogar



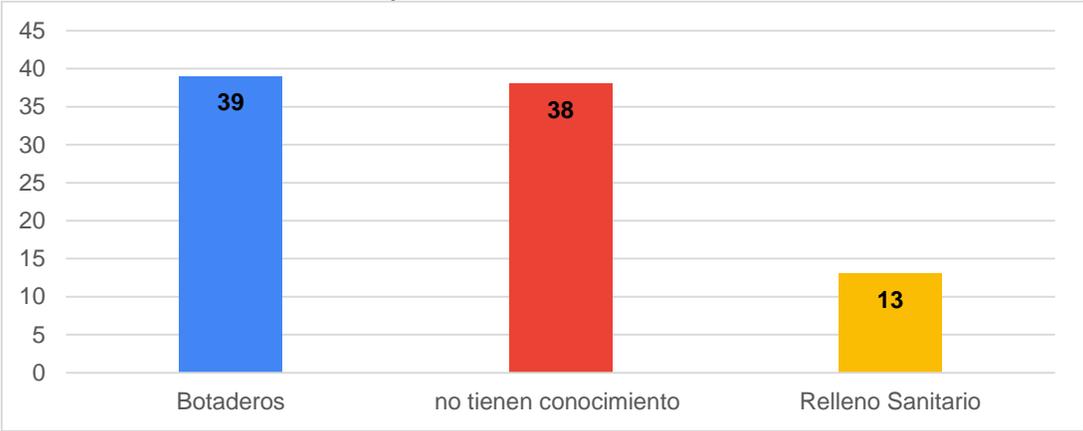
Un alto porcentaje de la población del municipio de Ciudad Sandino no recicla, dicho dato corresponde al 37% Mujeres con 20 respuestas y 25% hombres con 9 respuestas, por otro lado, los residuos de plástico, hierro y lata son los desechos más reciclados a nivel municipal, por parte de los habitantes que hacen uso de esta actividad como un segmento de sus ingresos económicos, realizando la venta de materia prima a las instituciones privadas y gubernamentales que son enfocadas en el reciclaje, datos proporcionados en gráfico 8. Ver anexo 4.2.8.

Gráfico 8 Residuo sólido más reciclado



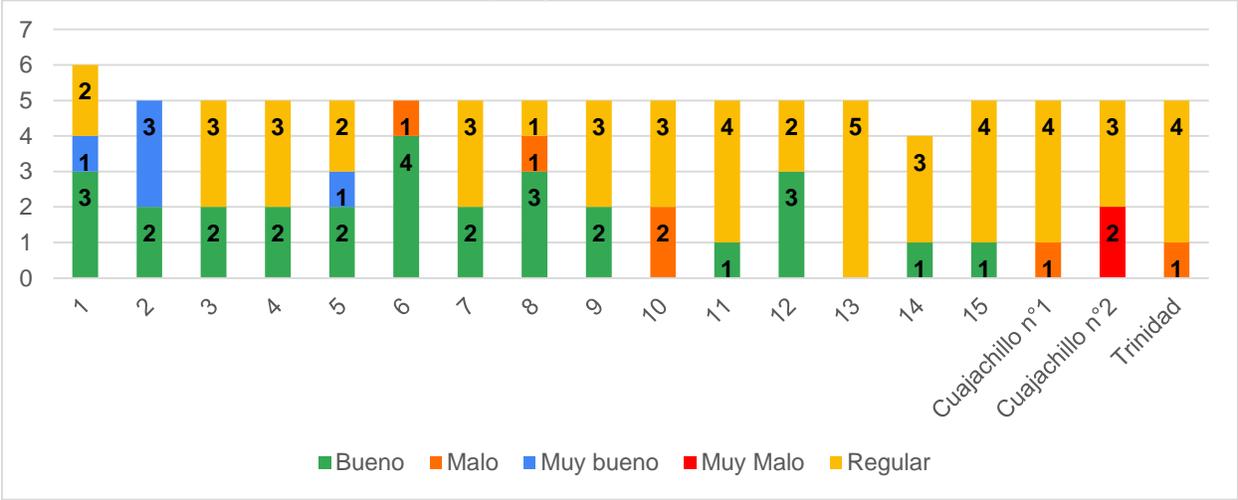
En el gráfico 9 encontramos representado el conocimiento de los habitantes de Ciudad Sandino con respecto a la deposición final de los residuos sólido, donde el 43% de las personas piensan que van hacia botaderos, el 42% niegan saber el destino de sus residuos y finalmente el 15% confirman que sus residuos son depositados en el relleno municipal de Ciudad Sandino. Ver anexo 4.2.9.

Gráfico 9 Conocimiento de la disposición final de los residuos sólidos



En el gráfico 10 podemos observar la percepción de los habitantes respecto a la efectividad del sistema de recolección de Ciudad Sandino, clasificándolo en un rango, donde se aprecia la inconformidad de los habitantes en las zonas más alejadas del centro de la ciudad, refutando que el tren de ase pasa con menos frecuencia, siendo así las más afectadas las comarcas del municipio de Ciudad Sandino. Ver anexos 4.2.10.

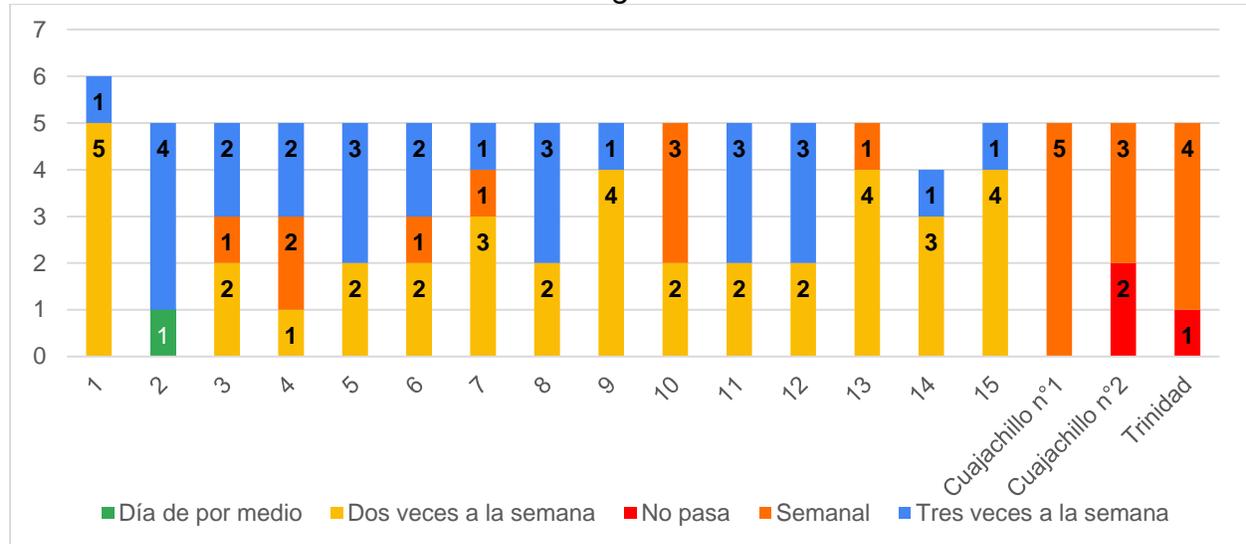
Gráfico 10 Calificación al sistema por parte de habitantes



Por medio del grafico 11 se muestra la frecuencia en la que circula el tren de ase por Ciudad Sandino dividida en 15 y 3 comarcas, durante los 7 días de la semana. Dando como resultado con mayor frecuencia en la zona 1, donde el recorrido es de 2 a 3 veces a la semana, demostrando conformidad en los ciudadanos de esta zona y finalmente se

muestra que, en las comarcas, el tren de aseo posee una dificultad al ingresar a estas comarcas, perjudicando el cumplimiento de horario. Ver anexo 4.2.11.

Gráfico 11 Frecuencia del tren de aseo según habitantes



Los datos que posee la alcaldía de Ciudad Sandino de su sistema de recolección, difieren con la opinión de la población en donde se ven reflejado en la encuesta realizada, destacando la inconformidad en ciertas zonas y comarcas por el incumplimiento de los recorridos establecidos en el horario de recolección; esto acompañado a la falta de educación ambiental mostrada por parte de los encuestados, demostrando las afectaciones en el actual sistema por la proliferación de depósitos ilegales y acumulación en sitios públicos, dificultando la logística establecida por la administración del departamento de servicios municipales, esto a la vez, beneficiado por el crecimiento exponencial de la población.

8.2.2. Observaciones generales de la disposición final

Para la disposición final se visitó el estado del relleno sanitario de la ciudad, siguiendo la tabla de observación directa y se obtuvo las siguientes observaciones *in situ*. (Ver anexos 5, tabla 5.2)

Conforme a la norma técnica NTON 05 014-01 se obtuvo la siguiente observación.

- La institución posee informes semanales de los tipos de residuos sólidos producidos en el municipio.

Con los residuos sólidos.

- Se cuenta con el conocimiento de los botaderos ilegales y la cantidad en m³ que se recoge de ellos.
- Al realizar el proceso de recolección, no se separan los desechos ya que se recolectan de los domicilios y por la poca educación ambiental de los habitantes, no realizan la separación debida de sus residuos.
- Tienen establecidos los horarios de recolección distribuida por zonas y comarcas que conforman el municipio.
- La institución ha puesto depósitos de basura en todo el terreno del municipio, pero no son suficientes y no están separados por tipo de residuo.
- Al recolectar los residuos orgánicos la institución lo realiza por medio de bolsas plásticas hasta someterla al proceso de compost.
- La separación de residuos es realizada por personas naturales en el relleno sanitario, no son por parte de la institución
- Posee su sistema de reciclaje, pero el municipio cuenta con organizaciones privadas que trabajan con la institución para el reciclaje de desechos.
- La compra y venta de residuos sólidos es realizada por organizaciones no pertenecientes a la institución; pero poseen el proceso de elaboración de compost que posteriormente es vendido.

8.2.3. Análisis del sistema de recolección, traslado y disposición final

Teniendo como objetivo, dar una propuesta de un PGRS que aporte a la mejora del actual sistema de residuos sólidos, para dar pautas a recomendaciones de un mejor manejo y seguimiento de problemáticas socio-ambientales generadas por múltiples factores, se han identificado por medio de entrevistas, observaciones *in situ* y encuestas aplicadas a la población del municipio, dos puntos importantes que recalcan las fortalezas y debilidades que posee el sistema actual.

Fortalezas:

- Posee un seguimiento semanal del sistema de recolección y de servicios municipales de limpieza.
- Realizan actividades para el aprovechamiento de residuos orgánicos destinados a la generación y venta de compost, así como, reciclaje de residuos sólidos que posteriormente son reingresados a la economía circular de la población.
- Cooperación de organizaciones privadas para la gestión de materiales reciclables.
- Los cargos destinados al control y seguimiento del buen funcionamiento en el sistema de residuos sólidos son efectuados por especialistas ambientales adecuados, con capacidad de resolver y manejar profesionalmente las problemáticas que se presenten.

Debilidades:

- Poca educación ambiental en la población
- falta de vigilancia en los puntos ilegales de depósitos
- Pocos depósitos de basura y no son clasificados por tipo de residuos.
- Menor alcance de las rutas de recolección en zonas rurales e inconsistencias en el horario de algunas zonas del municipio, haciendo presencia quejas e incomodidades en la población.
- Falta de vigilancia continua y de seguimiento de la cantidad y procedencia de los desechos que son depositados en el relleno sanitario "El caracol".

8.3. Plan de gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino

El Plan de Gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) es creado para la implementación de acciones con objetivo de mitigar los efectos de los residuos sólidos y contribuir a la concientización de manera que se genere el vivir limpio y sano en la ciudad. Este plan está compuesto por 3 planes principales, manejo de lixiviados, monitoreo, capacitación y educación ambiental; en donde se describen las actividades a implementar para la mejora del sistema actual y las unidades ejecutoras respectivas.

8.3.1. Objetivos de PGRS

- Implementar un plan de educación ambiental en la población del municipio de Ciudad Sandino, con el fin de disminuir el volumen de desechos sólidos que se producen.
- Establecer un programa de gestión de residuos sólidos a nivel municipal, como herramienta para reducir los volúmenes de material desechado.
- Fortalecer capacidades del equipo de coordinación para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos.

Para el control y funcionamiento del plan se establecen las tareas que se realizarán a lo largo de los 5 años estipulados para la duración de este, en la tabla 14 se detallan las principales tareas, que contribuirán a la mejora de la gestión de los residuos en el municipio de Ciudad Sandino.

Tabla 14 Organización y planificación de tareas

| Departamento | Tareas | Descripción |
|---|---|---|
| Gestión y protección ambiental | Administración del PGRS | <ul style="list-style-type: none">• Responsable de monitorear que se cumplan correctamente las actividades del plan de gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino. |
| Departamento de Servicios Municipales | Monitoreo de actividades. | <ul style="list-style-type: none">• Mostrar el listado de tareas necesarias para realizar el proyecto en orden cronológico. |
| Limpieza pública, sub-Departamento Relleno Sanitario. | Registro de residuos sólidos de entrada y salida al relleno sanitario | <ul style="list-style-type: none">• Detallar la procedencia, cantidad, recorrido y fecha de los residuos sólidos, con los nombres de los operarios. |
| Gestión y protección ambiental | Inspectoría en el poso de lixiviados | <ul style="list-style-type: none">• Responsable de realizar el plan de manejo de lixiviados. |
| Servicios Municipales y Recursos Naturales | Implementación del plan de acción | <ul style="list-style-type: none">• Administrar y efectuar las actividades descrito en el plan de acción. |
| Servicios Municipales y Recursos Naturales | Programa de capacitación y educación ambiental | <ul style="list-style-type: none">• Implementar el plan de capacitación al personal del departamento y dar educación ambiental a la población del municipio de Ciudad Sandino. |

Nota: Tabla adaptada de: Universidad Nacional autónoma de Nicaragua (UNAN). Diplomado Producción más limpia, reducción y valorización de desechos.

8.3.2. Política del Plan de Gestión de Residuos Sólidos

El plan de gestión de residuos sólidos es un documento que pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de Ciudad Sandino y mejorar el sistema y disposición final de los desechos, la visión y misión de este documento es poder alinearse a los estatutos y políticas que posee la entidad, de tal manera que se pueda conllevar a una sociedad que pueda tener esa estabilidad económica ambiental.

El presente plan de gestión ambiental establece los lineamientos que la institución debe seguir para la aplicación continua y sistemática, de una estrategia integral de prevención y mitigación de daños ambientales, que garanticen la armonía con el ambiente. Su base fundamental recae en la ley general del medio ambiente y los recursos naturales (ley 217) donde se establece las normas, protección, mejoramiento, restauración del medio ambiente y el entorno que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible de acuerdo a lo señalado en la constitución política del país.

8.3.3. Alcance de PGRS

Para cumplir con los objetivos establecidos en el PGRS, se desarrollarán en un periodo de 5 años, comprendiendo toda el área política perteneciente al municipio de Ciudad Sandino.

8.3.4. Lineamientos estratégicos

Se establecen los siguientes lineamientos estratégicos para la realización del PGRS:

- Reducir las afectaciones al medio ambiente.
- Proteger la integridad física de los trabajadores y todas las personas que se encuentran en el área de influencia al momento de una emergencia durante la operación del sistema
- Reducir al máximo los daños del relleno sanitario
- Aprovechar toda la materia prima posible proveniente de los desechos sólidos del municipio.

8.3.5. Alternativas o líneas de acción

Para alcanzar las tareas principales de este plan se han propuesto alternativas o líneas de acción que deben desarrollarse, en el transcurso e implementación del PGRS, para lo cual es imperante realizar acciones de educación ambiental, en la tabla 15 se muestran estas líneas.

De igual forma se ha propuesto un formato (tabla 16) que registre las entradas de residuos en el relleno sanitario, mismo que deberá ser administrado por el personal del Departamento Relleno Sanitario, este instrumento le permitirá a la municipalidad llevar un registro exacto del flujo de residuos que se reciben a diario en estas instalaciones.

Tabla 15 Líneas de acción del PGRS

| Objetivos | Líneas de acción | Resultado |
|---|---|--|
| Implementar un plan de educación ambiental en la población del municipio de Ciudad Sandino. | Realizar jornadas de educación ambiental en escuelas, entidades públicas y privadas y en los diferentes sectores populares. | Mayor conciencia ambiental en la población y una disminución de residuos sólidos en las calles y causes. |
| Establecer un programa de gestión de residuos sólidos a nivel municipal, como herramienta para reducir los volúmenes de material desechado. | Gestionar los residuos sólidos a partir de actividades sostenibles establecidas en los planes programados en el presente PGRS. | Mejora de la administración de los desechos sólidos |
| Fortalecer capacidades del equipo de coordinación para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos. | Programar capacitaciones a los equipos de trabajo pertenecientes al departamento de servicios municipales para un mejor desempeño en el manejo de residuos sólidos. | Mejora de la eficiencia en los trabajadores |

Nota: Tabla adaptada de: Universidad Nacional autónoma de Nicaragua (UNAN). Diplomado Producción más limpia, reducción y valorización de desechos.

Tabla 16 Formato de registro de las entrada al relleno sanitario

| Registro de depósitos en el relleno sanitario “El caracol” | | | | |
|---|--------------------|-------------|----------------------------------|--|
| Encargado de turno: | Fecha: | | | |
| Operario | Procedencia | Hora | M³ depositados | |

8.3.6. Matriz del Plan de Gestión de Residuos Sólidos del Municipio de Ciudad Sandino

Para cumplir con los objetivos uno y dos de este plan se ha planteado un plan de capacitación acompañado de educación ambiental mismo que se detalla en la tabla 16, en el cual se pretende que las autoridades municipales puedan sensibilizar y capacitar a en primera instancia al personal del departamento de servicios municipales y recursos naturales y posteriormente seguir con la comunidad, para que estos puedan mejorar el manejo integral de los residuos sólidos, provenientes de sus viviendas y áreas públicas. Para cumplir con el objetivo 3 de este plan se ha propuesto un plan de monitoreo para los lixiviados (tabla 17), mismo que permitirá a la municipalidad poder realizar obras de

optimización como el desvió de agua proveniente de las escorrentías, conocer la cantidad de precipitación directa en el área, y la presencia de infiltraciones subterráneas. Con la finalidad de mejorar el área rellenada, la cantidad de infiltración en el sistema de drenaje y la impermeabilización de las fosas.

Tabla 17 Plan de capacitación y educación ambiental

| | | | | |
|--|---|----------------------------|---|--|
| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
| | | Periodo | 5 años | |
| Programa de capacitación y Educación Ambiental | | | | |
| Objetivo | Sensibilizar y capacitar a toda la comunidad sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Capacitar al personal del departamento de servicios municipales y recursos naturales. | | | |
| Meta 2: | Implementar la educación ambiental a la población de Ciudad Sandino. | | | |
| Indicador 1: | Número de personas capacitadas | | | |
| Indicador 2: | Número de Acciones implementadas. | | | |
| Responsable | El Departamento de Medio Ambiente se encargara de todo | | | |
| N° | Acción | Plazo | Unidad ejecutora | Actores |
| 1 | Impartir cursos de capacitación durante el primer año al personal de recolección, y tratamiento final. | Enero 2023- Diciembre 2023 | | |
| 2 | Elaborar panfletos, folletos, organizar y planifica los programas de educación ambiental a los colegios, instituciones públicas y privadas, ferias ambientales y campañas de limpieza en el manejo Integral de los Residuos Sólidos | Enero 2023- Diciembre 2023 | Servicios municipales y recursos naturales. | Trabajadores de la alcaldía de Ciudad Sandino y población municipal. |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

Tabla 18 Plan de lixiviados. Objetivo 3.

| | | | | |
|--|--|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
| | | Periodo | 5 años | |
| Programa de manejo de lixiviados | | | | |
| Objetivo | Caracterización, composición, concentración y volumen estimado de lixiviados | | | |
| Meta 1: | Desviación de aguas de escorrentía, la cantidad de precipitación directa que se tenga en la zona, y la presencia de infiltraciones subterráneas. | | | |
| Meta 2: | Mejorar el área rellenada, la cantidad de infiltración que se permita en el sistema de drenaje e impermeabilización, inspeccionar bimestralmente las fosas de lixiviados | | | |
| Indicador 1: | Porcentaje de monitoreo anuales del volumen en el sistema | | | |
| Indicador 2: | Utilizar sistemas de drenaje e impermeabilización | | | |
| Gestión y protección ambiental | | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1. | Construir canales que redirijan las escorrentías de relleno hacia las fosas de lixiviados. | Enero 2023- Diciembre 2023 | Gestión y protección ambiental | Trabajadores de alcaldía municipal |
| 2. | Inspecciones en todo el sistema | Enero 2023- Diciembre 2024 | | |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

En la tabla 19 se muestra la propuesta del monitoreo, que debe implementarse para para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos y dar seguimiento a los impactos sobre los diferentes componentes ambientales y poder conocer la efectividad de las medidas de mitigación implementados en el manejo de los residuos sólidos, estableciendo muestreos periódicos que permitan conocer el estado del suelo en el relleno sanitario y pozo de lixiviados.

Tabla 19 Plan de monitoreo. Objetivo 3.

| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
|--|---|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| | | Periodo | 5 años | |
| Plan de monitoreo | | | | |
| Objetivo | Llevar un seguimiento de los impactos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer la efectividad de las medidas de mitigación implementados. | | | |
| Meta 1: | Establecer muestreos periódicos para monitorear el estado del suelo en el relleno sanitario y pozo de lixiviados. | | | |
| Meta 2: | Establecer muestreos periódicos para monitorear el estado de aguas superficiales y subterráneas antes y después del sistema. | | | |
| Meta 3: | Mantenimiento mensual de la maquinaria y equipo utilizados en el sistema. | | | |
| Indicador 1: | Informes de análisis de suelo | | | |
| Indicador 2: | Informes de análisis de agua | | | |
| Indicador 3: | Itinerario de mantenimiento con informes de gastos realizados. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1. | Análisis de suelo, para presencia de metales pesados, organismos patógenos y microorganismos | Enero 2023- Diciembre 2027 | Gestión y protección ambiental | Analistas |
| 2. | Muestreos en el efluente del sistema de Lixiviados y agua proveniente de los acuíferos | | Recursos naturales | |
| 3 | Número de veces que se le de mantenimiento a las maquinarias y equipos utilizados | | Servicios municipales | Talleres automotrices |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

IX. Conclusiones

Partiendo de los estudios realizados se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Por medio de las encuestas realizadas se obtuvo que los desechos orgánicos son los más comunes en la Ciudad, seguido por los plásticos y en menor cantidad papeles, latas y cartón tomando en cuenta las 15 zonas y 3 áreas rurales del municipio de Ciudad Sandino.
- La actual gestión de los residuos sólidos tiene puntos limitantes como el poco personal obrero para la recolección en los puntos de acopio, la vigilancia a los depósitos ilegales con mayor volumen, es poca y beneficiando la acumulación indebida de los desechos, causado por la falta de cultura ambiental de los habitantes del municipio de Ciudad Sandino, la inexistencia de informes que reporten los ingresos al relleno sanitario registrando el volumen depositado, , por otro lado, el sistema posee buenas alternativas para la reutilización de los desechos aprovechándolos en el vivero municipal como abono orgánico y la venta de este producto a los agricultores locales y empresas, también, tiene directores administrativos capaces de realizar cambios que beneficien a la mejora del sistema y tienen la voluntad de implementar pequeños proyectos de Gestión de Residuos Sólidos.
- El plan de gestión ambiental permitirá establecer planes de acciones en concreto detallados, logísticos, de educación y sensibilización, esto con el fin de mejorar, la manipulación, traslado y disposición final de los desechos en general. De tal forma que el sistema actual pueda tener ese mayor alcance, eficacia y gestión. Así mismo de poder crear una sociedad con educación ambiental y consiente del impacto de los residuos sólidos, para poder obtener ese desarrollo sostenible en el que la ciudad y el medio ambiente puedan subsistir de manera armoniosa, minimizando los impactos que se dan día a día a través de las actividades de crecimiento económico, social y cultural.

X. Recomendaciones

Con las conclusiones alcanzadas se presentan recomendaciones en base al trabajo realizado:

- A la alcaldía, mejorar la vigilancia de los depósitos ilegales para prevenir la acumulación desmesurada de los residuos sólidos.
- Al departamento de gestión y protección ambiental, realizar inspecciones de manera constante en los botaderos no autorizados, aplicando las multas según las leyes a los infractores de estos.
- Mejorar los depósitos públicos ubicados en las calles principales, realizando la clasificación en orgánicos, papel (cartón) y vidrio.
- A la alcaldía, cambiar los equipos de seguridad para los obreros, cada vez que estén dañados, para evitar que el trabajador realice sus tareas sin el equipo debido.
- Al departamento de servicios municipales, establecer equipos de trabajos en dúos o tríos en dependencia a la cantidad de trabajo, supervisando que los trabajadores cumplan con el horario.
- Realizar inspecciones y multar frecuentemente a los conductores de camión que no respeten la velocidad, puesto que la basura cae del camión y se esparce en los senderos del camino hacia el relleno sanitario.
- Al departamento de servicios municipales, evitar la quema de desechos sólidos en los puntos de transferencia.
- Al departamento de gestión y protección ambiental, efectuar los planes de educación ambiental a los habitantes de manera constante, para facilitar el conocimiento de manejo de los residuos sólidos y facilite la mejora del actual sistema.
- Ejecutar capacitaciones sobre la caracterización de los residuos sólidos en la población estudiantil, para generar una cultura ambiental sostenible.
- Realizar campañas de reciclajes, para mejorar la clasificación de los residuos inorgánicos en los hogares.

XI. Bibliografía

- Aguilar, O. I. G., & Gómez, F. A. M. (agosto, 2017). Tesis para la Obtención del Grado de Máster en Gerencia de Proyectos de Desarrollo. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/250144509.pdf>
- Alcaldía de Ciudad Sandino. (2008). Plan de gestión ambiental del municipio de Ciudad Sandino.
- Alcaldía de Ciudad Sandino. (2012). Caracterización del municipio de Ciudad Sandino
- Alcaldía de Ciudad Sandino. (2022). Informe semanal del 24 al 29 de octubre 2022. Departamento de servicios municipales.
- Baptista Lucio, P., Fernández Collado, C., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; 6 ed.). McGraw-Hill Education.
- BBVA. (2022). ¿Qué es el reciclaje y por qué es importante?, Economía circular. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>
- Constitución política de la República de Nicaragua* [Const.] (2002). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05 014-01 La Gaceta, Diario Oficial N°96 <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2002/5/g96.pdf>
- Constitución política de la República de Nicaragua* [Const.] (2002). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05 013-01. La Gaceta, Diario Oficial N°96 <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2002/4/g73.pdf>
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) 2010. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos no Peligrosos y el Reciclaje [Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos no Peligrosos y el Reciclaje. \(2\).pdf](#)
- Espinoza, T. y Parra, F. (2017). *Proyecto de reconocimiento de la situación de derechos humanos de los recicladores en Latinoamérica, el caso de Ciudad Sandino-Nicaragua*. WIEGO Limited 521 Royal Exchange Manchester, M2 7EN United Kingdom. Recuperado de [Espinosa-Parra-Waste-Pickers-Human-Rights-Ciudad-Sandino-Nicaragua.pdf \(wiego.org\)](https://www.wiego.org/sites/default/files/2017/09/Espinoza-Parra-Waste-Pickers-Human-Rights-Ciudad-Sandino-Nicaragua.pdf)

- Vargas, G. *Diplomado Producción más limpia, reducción y valorización de desechos. Universidad Nacional autónoma de Nicaragua (UNAN).*
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. (marzo, 2020). *ANUARIO ESTADISTICO 2020*. Recuperado de [Instituto Nacional de Información de Desarrollo - INIDE](#)
- Instituto nacional de estadística y censo, INEC. (mayo, 2006). VIII censo de población y IV vivienda. Recuperado de [CifrasCompleto.pdf \(inide.gob.ni\)](#)
- Municipios de Nicaragua. (8, abril, 2021). El municipio de Ciudad Sandino. Recuperado de <https://www.municipio.co.ni/municipio-ciudad-sandino.html>
- MEM, MARENA, AMUNIC, INIFOM, ENACAL, MIFIC, FISE, & MINSA. (2012, marzo). *Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos para la generación de biogás en rellenos sanitarios de Nicaragua como mecanismo de apoyo a la diversificación de la matriz de energía primaria*. Global Methane Initiative. Recuperado de <https://www.globalmethane.org/>
- Núñez Vanegas, C. F. (2017). Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos de la planta San Francisco en la organización Roa Florhuila. SA de El Espinal, Tolima. Recuperado de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/951>
- Olley, J. (2004). *Capacitación operativa y seguimiento en la gestión de residuos sólidos de ciudad Sandino. Primera Fase*. PROMAPER.
- Organización panamericana de la salud. (2002). Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales. Recuperado de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55768/nicaragua_residuos_solidos_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Programa de Estudios Integrales UNI-IRTRAMMA. (2016). Plan de Movilidad para el Municipio de Ciudad Sandino - Documento Diagnóstico. Managua. Recuperado de https://www.academia.edu/44744176/DIAGNOSTICO_PLAN_DE_MOVILIDAD_CIUADAD_SANDINO_MANAGUA

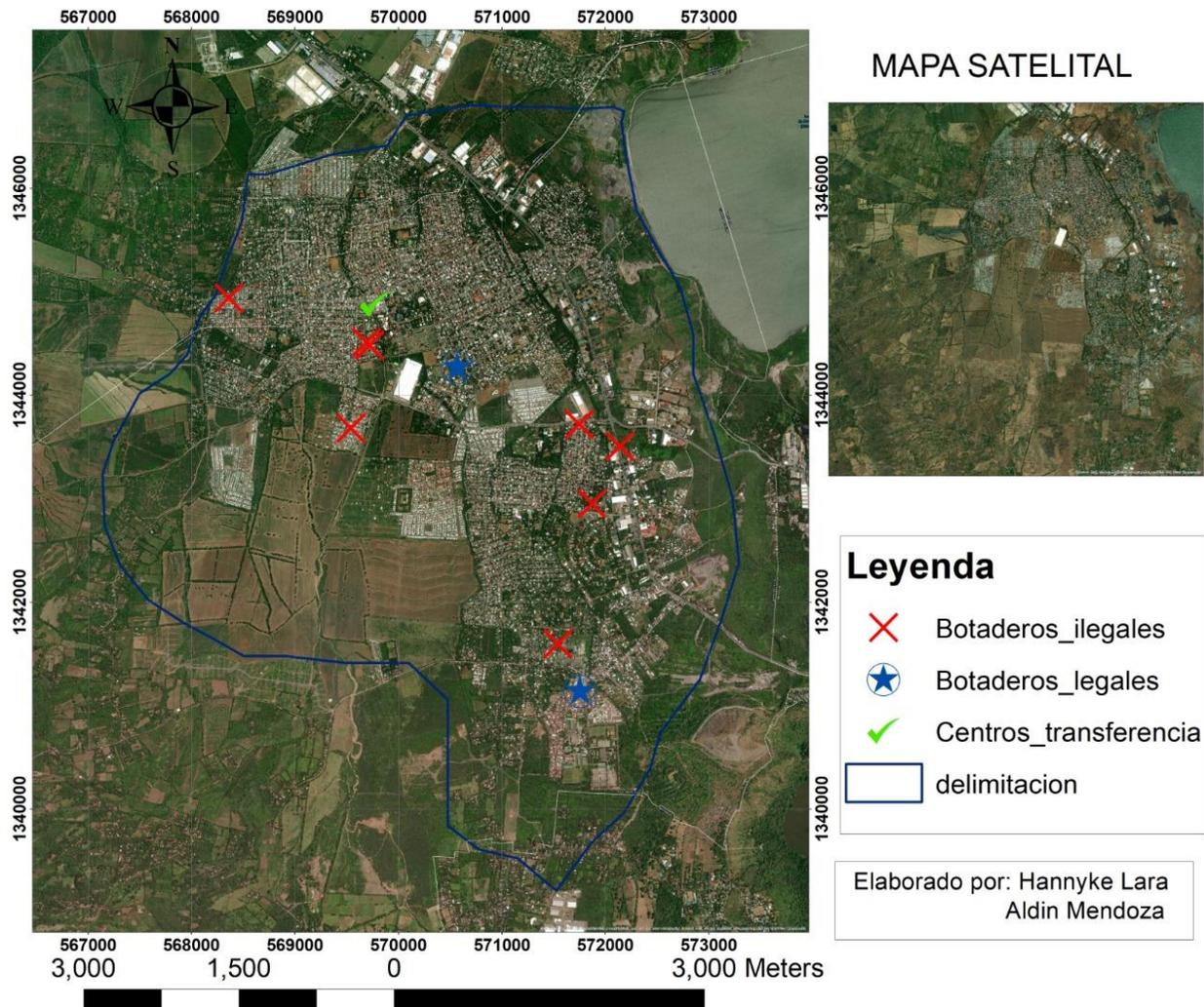
- Pérez, C. (2017). Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Para el Recinto Universitario Rubén Darío. Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/9425/1/98435.pdf>
- Real Academia Española. (2014). Lixiviados. 23^a ed. Recuperado de <https://dle.rae.es/lixiado>
- Sánchez, J. (8, junio, 2020). Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican. Ecología Verde. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- Torrez, R. Almendarez, H. y Coleman, J. (2021). Cronograma de recolección de desechos sólidos 2021. Alcaldía de Ciudad Sandino.
- Uriarte, H. I. B., & Chavarría, L. C. B. (2021). Características física y producción per cápita de los residuos sólidos generados por los habitantes del complejo Ciudad Belén, distrito VI del Municipio de Managua, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (38), 213-229.

XII. Anexos

Anexo 1

Se presenta el mapa de ubicación de los botaderos ilegales, legales y centros de transferencia del municipio de Ciudad Sandino

Mapa de botaderos y centros de transferencia de Ciudad Sandino



Anexo 2

Se presenta el mapa de ubicación del relleno sanitario “El caracol”



Fuente. (Salgado 2022) PGRS

Anexo 3: Entrevista dirigida al director de Servicios Municipales de la alcaldía de Ciudad Sandino



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad De Ciencias e Ingenierías
Departamento de Biología
Ingeniería Ambiental.

Fecha: miércoles 28 de septiembre del 2022 **Hora:** 10:30 am.

Entrevistado: Ing. Héctor Almendarez

Cargo: Director de SSMM y RN

Propósito: Conocer aspectos generales del sistema de gestión de residuos sólidos municipales y sus componentes.

1. ¿Cuántos desechos se producen en ciudad Sandino?

Se producen 100 toneladas de basuras y cada día se recolectan 300 metros cúbicos.

2. ¿De cuánto es la flota vehicular?

Se cuenta con 5 recolectores

3. ¿Cuántos depósitos de basura ilegales existen en el municipio?

Se encuentran 15 depósitos ilegales.

4. ¿Cuál es el motivo de la presencia de estos depósitos ilegales?

Surgen por la dificultad de entrada al relleno y por la temporada de lluvias.

5. ¿La institución está encargada de los desechos sólidos de las industrias de ciudad Sandino?

En el municipio de ciudad Sandino la institución ofrece el servicio de recolección a todas las industrias, por el cual tienen que pagar.

6. ¿La institución está encargada de los desechos hospitalarios y si es así cuales son los que trasladan al relleno?

Solo se encarga de los desechos no contaminantes, los desechos biológicos y contaminantes el hospital se encarga de incinerar.

7. ¿De cuánto es la población de Ciudad Sandino?

Aproximadamente ciudad Sandino tiene una población de 130 mil habitantes de los cuales el 91.3% es urbano y el otro 8.7% es rural.

8. ¿Cuánto es la capacidad de los recolectores?

Contamos con 4 tipos de recolectores los cuales la capacidad es vareada, van desde 35 metros cúbicos el más grande y los otros 3 tiene capacidad de 26, 24 y 14 metros cúbicos.

9. ¿Cuántas rutas de recolección tienen?

Se cuenta con 20 rutas de recolección que son atendidas por 10 camiones.

10. ¿Cuántos días a la semana se recolectan los desechos de los hogares en Ciudad Sandino?

3 días a la semana

Anexo 4: Encuesta

4.1. Modelo de encuesta aplicada a los habitantes del municipio de Ciudad Sandino.

Encuesta dirigida a los habitantes del municipio de Ciudad Sandino en zonas y comarcas.

Mediante esta encuesta se podrá recopilar información, sobre como esta actualmente la recolección de basura en su zona e identificar las problemáticas mas frecuentes en el método de recolección del municipio C.S, se agradece su cooperación.

1. ¿Cual es la zona o comarca en la que usted habita?

1

2

3

4

5

6

¿Cuántos viven en la casa?

1-3

4-6

7-9

¿Cuántos adultos viven en su casa?

1-2

2-3

4-5

¿Cuántos niños viven en la casa?

- 1
- 2
- 3-4

¿Sabe usted qué son los residuos sólidos?:

- Sí
- No

¿Tiene usted conocimiento de qué residuos sólidos se pueden reciclar?

- Sí
- No
- Tal vez

¿Alguna vez ha recibido información sobre el manejo y disposición de los residuos sólidos?

- Sí
- No

¿Realizan algún sistema de separación de la basura?

- Sí
- No

¿Cuál es el residuo que más desecha?

- Residuos orgánicos
- Residuos inorgánicos

¿Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia?

- Sobras de Alimentos
- Latas
- Carton
- Papeles
- Plástico

¿Usted con frecuencia a reciclado en su hogar?

- Sí
- No
- A veces

¿Qué tipo de residuos recicla principalmente?

- Carton
- Papel
- Hierro
- Vidrio
- Plastico
- Lata

¿Usted sabe hacia dónde llevan los residuos sólidos de la ciudad?

- Botaderos
- Rios
- Relleno Sanitario
- No

¿Cómo califica usted el sistema de recolección de basura?

- Bueno
- Regular
- Malo

¿Con que frecuencia pasa el camión recolector de basura en su zona?

Diario
 Día de por medio
 Dos veces a la semana
 Tres veces a la semana
 Semanal
 No pasa

¿El tren de aseo llega hasta su vivienda?

Sí
 No

4.2. Tablas de resultados de la encuesta

4.2.1. Número de habitantes en el hogar

| Zona | 1-3 habitantes | 4-6 habitantes | 7-9 habitantes | Total |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| Zona 1 | 4 | 2 | | 6 |
| Zona 2 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Zona 3 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Zona 4 | 3 | 2 | | 5 |
| Zona 5 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| Zona 6 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Zona 7 | 2 | 3 | | 5 |
| Zona 8 | 2 | 3 | | 5 |
| Zona 9 | 3 | 2 | | 5 |
| Zona 10 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| Zona 11 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| Zona 12 | | 3 | 2 | 5 |
| Zona 13 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| Zona 14 | | 2 | 2 | 4 |
| Zona 15 | | 4 | 1 | 5 |
| Cuajachillo N°1 | | 3 | 2 | 5 |
| Cuajachillo N°2 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| Trinidad | | 2 | 3 | 5 |
| Total | 26 | 44 | 20 | 90 |

4.2.2. Conocimiento sobre que son los residuos sólidos.

| ¿Sabe usted qué son los residuos sólidos? | Género | | Total general |
|---|-----------|-----------|---------------|
| | Femenino | Masculino | |
| No | 21 | 11 | 32 |
| Sí | 33 | 25 | 58 |
| Total general | 54 | 36 | 90 |

4.2.3. Residuos sólidos que se pueden reciclar.

| Conocimiento de qué residuos sólidos se pueden reciclar | Género | | Total general |
|---|-----------|-----------|---------------|
| | Femenino | Masculino | |
| No | 17 | 6 | 23 |
| Sí | 24 | 22 | 46 |
| Tal vez | 13 | 8 | 21 |
| Total general | 54 | 36 | 90 |

4.2.4. Sistema de separación en el hogar.

| Conocimiento sobre los residuos sólidos | Sistema de separación | | Total general |
|---|-----------------------|-----------|---------------|
| | No | Sí | |
| No | 21 | 2 | 23 |
| Sí | 23 | 23 | 46 |
| Tal vez | 17 | 4 | 21 |
| Total general | 61 | 29 | 90 |

4.2.5. Tipos de residuos más desechados.

| Género | Tipos de residuos sólidos | | Total general |
|----------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| | Residuos inorgánicos | Residuos orgánicos | |
| Femenino | 24 | 30 | 54 |
| Masculino | 13 | 23 | 36 |
| Total general | 37 | 53 | 90 |

4.2.6. Residuos sólidos más desechados.

| Género | Residuos sólidos | | | | | | Total general |
|----------------------|------------------|----------|----------|----------|-----------|---------------------|---------------|
| | Cartón | Latas | Papales | Papeles | Plástico | Sobras de Alimentos | |
| Femenino | 2 | 3 | | 2 | 20 | 27 | 54 |
| Masculino | 1 | 1 | 3 | 2 | 12 | 17 | 36 |
| Total general | 3 | 4 | 3 | 4 | 32 | 44 | 90 |

4.2.7. Frecuencia de reciclaje.

| Zonas | Frecuencia de reciclaje | | | Total general |
|----------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------------|
| | A veces | No | Sí | |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 6 |
| 2 | 2 | | 3 | 5 |
| 3 | 3 | | 2 | 5 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 5 |
| 5 | 2 | | 3 | 5 |
| 6 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 7 | 4 | 1 | | 5 |
| 8 | 2 | 3 | | 5 |
| 9 | 3 | 2 | | 5 |
| 10 | 2 | 3 | | 5 |
| 11 | | 4 | 1 | 5 |
| 12 | | 5 | | 5 |
| 13 | | 5 | | 5 |
| 14 | | 3 | 1 | 4 |
| 15 | | 4 | 1 | 5 |
| Cuajachillo n°1 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| Cuajachillo n°2 | 4 | | 1 | 5 |
| Trinidad | 1 | 4 | | 5 |
| Total general | 30 | 41 | 19 | 90 |

4.2.8. Residuos sólidos más reciclados.

| Género | Residuo sólido | | | | | | | Total general |
|----------------------|----------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|---------------|
| | Cartón | Hierro | Lata | no recicla | Papel | Plástico | Vidrio | |
| Femenino | 4 | 7 | 6 | 20 | | 13 | 4 | 54 |
| Masculino | 2 | 4 | 6 | 9 | 4 | 7 | 4 | 36 |
| Total general | 6 | 11 | 12 | 29 | 4 | 20 | 8 | 90 |

4.2.9. Disposición final.

| Disposición final | Total de respuestas |
|----------------------|---------------------|
| Botaderos | 39 |
| No | 38 |
| Relleno Sanitario | 13 |
| Total general | 90 |

4.2.10. Calificación del sistema por parte de los habitantes.

| Zonas | calificación | | | | | Total general |
|----------------------|--------------|----------|-----------|----------|-----------|---------------|
| | Bueno | Malo | Muy bueno | Muy Malo | Regular | |
| 1 | 3 | | 1 | | 2 | 6 |
| 2 | 2 | | 3 | | | 5 |
| 3 | 2 | | | | 3 | 5 |
| 4 | 2 | | | | 3 | 5 |
| 5 | 2 | | 1 | | 2 | 5 |
| 6 | 4 | 1 | | | | 5 |
| 7 | 2 | | | | 3 | 5 |
| 8 | 3 | 1 | | | 1 | 5 |
| 9 | 2 | | | | 3 | 5 |
| 10 | | 2 | | | 3 | 5 |
| 11 | 1 | | | | 4 | 5 |
| 12 | 3 | | | | 2 | 5 |
| 13 | | | | | 5 | 5 |
| 14 | 1 | | | | 3 | 4 |
| 15 | 1 | | | | 4 | 5 |
| Cuajachillo n°1 | | 1 | | | 4 | 5 |
| Cuajachillo n°2 | | | | 2 | 3 | 5 |
| Trinidad | | 1 | | | 4 | 5 |
| Total general | 28 | 6 | 5 | 2 | 49 | 90 |

4.2.11. Frecuencia del tren de aseo.

| Zonas | Día de por medio | Frecuencia | | | | Total general |
|----------------------|------------------|-----------------------|----------|-----------|------------------------|---------------|
| | | Dos veces a la semana | No pasa | Semanal | Tres veces a la semana | |
| 1 | | 5 | | | 1 | 6 |
| 2 | 1 | | | | 4 | 5 |
| 3 | | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| 4 | | 1 | | 2 | 2 | 5 |
| 5 | | 2 | | | 3 | 5 |
| 6 | | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| 7 | | 3 | | 1 | 1 | 5 |
| 8 | | 2 | | | 3 | 5 |
| 9 | | 4 | | | 1 | 5 |
| 10 | | 2 | | 3 | | 5 |
| 11 | | 2 | | | 3 | 5 |
| 12 | | 2 | | | 3 | 5 |
| 13 | | 4 | | 1 | | 5 |
| 14 | | 3 | | | 1 | 4 |
| 15 | | 4 | | | 1 | 5 |
| Cuajachillo n°1 | | | | 5 | | 5 |
| Cuajachillo n°2 | | | 2 | 3 | | 5 |
| Trinidad | | | 1 | 4 | | 5 |
| Total general | 1 | 38 | 3 | 21 | 27 | 90 |

Anexo 5: Tablas de recolección de datos

5.1. Tabla de recolección de datos (muestras).

| Tipos de residuos | Peso kg | | | | | | | Total (Kg) | Promedio semanal (Kg) |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|--------------|-----------------------|
| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | domingo | | |
| Materia orgánica | 1141 | 550 | 592 | 510 | 632 | 575 | - | 4000 | 666.66666 |
| Plástico | 600 | 279 | 321 | 410 | 220 | 270 | - | 2100 | 350 |
| Cartón | 458 | 207 | 249 | 160 | 296 | 230 | - | 1600 | 266.66666 |
| Papel | 542 | 250 | 292 | 140 | 402 | 274 | - | 1900 | 316.66666 |
| Vidrio | 1,228 | 609 | 630 | 598 | 624 | 611 | - | 4300 | 716.66666 |
| Plástico sólido | | | | | | | | | |
| PET 1 y PET 2 | 380 | 320 | 360 | 391 | 362 | 387 | - | 2200 | 366.66666 |
| Hierro | 580 | 500 | 510 | 540 | 550 | 520 | - | 3200 | 533.33333 |
| Madera | 1367 | 1100 | 1190 | 1115 | 1150 | 1478 | - | 7400 | 1233.33333 |
| Total | 6296 | 3815 | 4144 | 3864 | 4236 | 4345 | - | 26700 | 4450 |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) Recolección de muestras.

5.2. Tabla de observación directa del sistema de recolección, transporte, almacenamiento y disposición final.

| Matriz de hallazgos | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|-----------|---|
| Proceso: | Producción, administración, mantenimiento, almacén de materia prima, almacén de producto terminado, control de calidad y manejo de residuos sólidos | | Requisitos aplicables: Ley 217, NTON 05 014-01, NTON 05 012-02 | | |
| 1 | Desechos sólidos no peligrosos | | Si | No | Observaciones |
| 1.1 | Desechos sólidos NTON 05 014-01 | Hay una caracterización de los residuos sólidos del municipio | X | | La institución posee informes semanales de los tipos de residuos sólidos producidos en el municipio. |
| 1.2 | Desechos solidos | ¿Se identifican las fuentes principales y los lugares de acumulación residuos en todo el proceso de recolección? | X | | Se cuenta con el conocimiento de los botaderos ilegales y la cantidad en m ³ que se recoge de ellos. |
| 1.3 | Desechos solidos | ¿se evita mezclar los diferentes flujos de residuos? | | X | Al realizar el proceso de recolección, no se separar los desechos ya que se recolectan de los domicilios y por la poca educación ambiental de los habitantes, no realizan la separación debida de sus residuos. |
| 1.4 | Desechos solidos | La institución cuenta con servicio de recolección municipal | X | | Tienen establecidos los horarios de recolección distribuida por zonas y comarcas que conforman el municipio. |
| 1.5 | Desechos solidos | ¿Tiene recipientes de almacenamiento de los residuos sólidos no peligrosos, realizan separación por naturaleza? | | X | La institución ha puesto depósitos de basura en todo el terreno del municipio pero no son suficiente y no están separados por tipo de residuo. |
| 1.6 | Desechos solidos | Los residuos se almacenan protegiéndolos del sol y la lluvia, para evitar alterar sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas | | X | |
| 1.7 | Desechos solidos | Utilizan bolsas plásticas para la disposición de los residuos orgánicos. | X | | Al recolectar los residuos orgánicos la institución lo realiza por medio de bolsas plástica hasta someterla al proceso de compost. |
| 1.8 | Desechos solidos | Se clasifican los residuos | X | | La separación de residuos es realizada por personas naturales en el relleno sanitario, no son por parte de la institución |
| 1.9 | Desechos solidos | La institución reutiliza residuos | X | | Posee su sistema de reciclaje, pero el municipio cuenta con organizaciones privadas que trabajan con la institución para el reciclaje de desechos. |
| 1.10 | Desechos solidos | ¿Se vendes determinados residuos a empresa de reciclaje? | X | | La compra y venta de residuos sólidos es realizada por organizaciones no pertenecientes a la institución; pero poseen el proceso de elaboración de compost que posteriormente es vendido. |
| 1.11 | Desechos solidos | ¿Los residuos sólidos identificados pueden ser reutilizados? | X | | |
| 1.12 | Desechos solidos | ¿Se verifica que los residuos incompatibles se mantengan separados durante65 el almacenamiento? | X | | |

Fuente. Adaptado de Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos de la planta San Francisco en la organización Roa Florhuila, (2017).

Anexo 6

6.1. Fotografías de caracterización de botaderos legales e ilegales.

6.1.1. Zona 6, urbanización valle Santa Rosa y Mateare (Ilegal), medición del tamaño y georreferenciación



Fuente. (Salgado, 2022)

6.1.2. Zona 6, de tras de Cantera (Ilegal), medición del tamaño y georreferenciación



Fuente. (Salgado, 2022)

6.1.3. Parque zona 6 (Ilegal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Lara, 2022)

6.1.4. Zona 5, centro de transferencia Mercadito municipal Augusto C. Sandino (Legal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Salgado, 2022)

6.1.5. Zona 2, Centro de acopio “La compostera”, medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Lara, 2022)

6.1.6. Santa Eduvigis, camino a Sueño real (Ilegal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Salgado, 2022)

6.1.7. Altos de Motastepe (Legal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Lara, 2022)

6.1.8. Zona 10, Camino a la paz (ilegal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Lara, 2022)

6.1.9. Barrio José Daniel (ilegal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Mendoza, 2022)

6.1.10. Zona 8 cuadro “El piojo” (ilegal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Salgado, 2022)

6.1.11. Zona 7, frente a Tip top (legal), medición del tamaño y georreferenciación.



Fuente. (Lara, 2022)

6.1.12. Entrada a Vista hermosa (ilegal), medición del tamaño y georreferenciación



Fuente. (Salgado, 2022)

6.2. Fotografías de caracterización del relleno sanitario “El caracol”.

Llenado de tabla de observación directa sobre la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.



Fuente. (Salgado, 2022)



Fuente. (Mendoza, 2022)

6.3. Fotografías del pozo para lixiviados en proceso de construcción

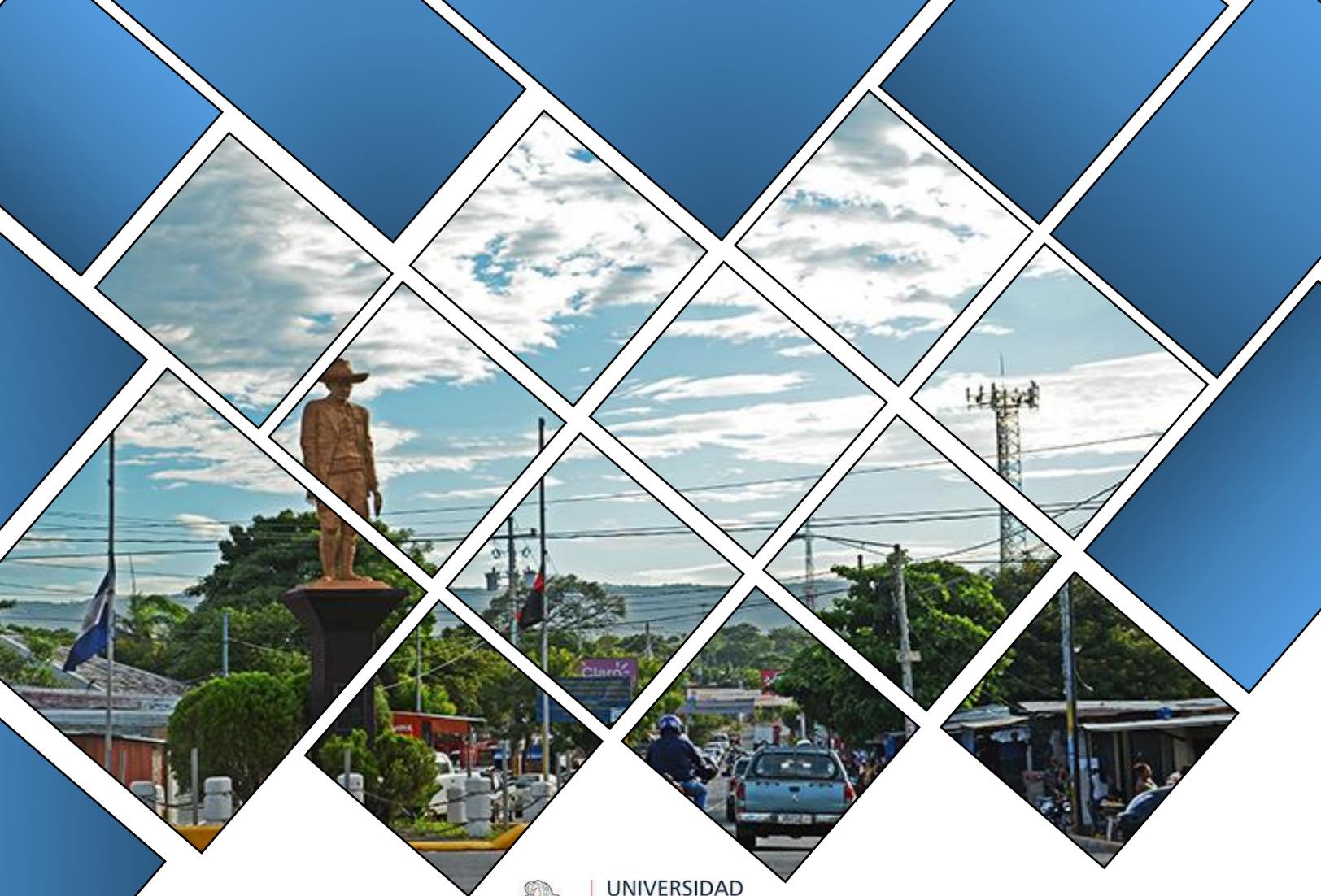
Documentación sobre la construcción del pozo de lixiviado, revisión de los componentes que lo conforman.



Fuente. (Salgado, 2022)



Fuente. (Salgado, 2022)



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**PLAN DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DE CIUDAD
SANDINO (2023-2027)**

**AUTORES: BR. HANNYKE FERXENIA LARA RAMÍREZ
BR. YAMIR EZEQUIEL SANGADO BRIZUELA
BR. ALDIN JACDANNY MENDOZA MUÑOS**

Presentación.

La sostenibilidad ambiental del planeta se ha convertido en un tema trascendental para la comunidad mundial. Actualmente, los cambios ambientales globales y sus nefastas manifestaciones (a diversas escalas) son producto del actuar humano de un modelo que hasta ahora no ha considerado el equilibrio natural y bienestar de los ecosistemas. (Cárdenas, 2013).

Esto de la mano con el crecimiento poblacional y la falta de educación hace que los impactos a los ecosistemas se aceleren de manera exponencial, deteriorándolos antes de tiempo y sin poder tomar acciones.

Es por eso que los jóvenes egresados de la carrera Ingeniera Ambiental de la UNAN-Managua en el marco de desarrollo de profesionales que brindaran ayudar al país con la problemática de los desechos sólidos y hacer frente a los distintos problemas ambiental presentan El Plan de Gestión de residuos sólidos (2023-2027) que busca implementar acciones de forma que se mitiguen los efectos de los residuos sólidos y contribuir a la concientización de manera que se genere el vivir limpio y sano a la ciudad.

Índice

| | |
|---|----|
| I. Objetivos | 1 |
| II. Marco legal | 2 |
| III. Descripción de la actividad | 3 |
| IV. Etapa de organización y planificación | 4 |
| V. Etapa de elaboración del diagnóstico de la gestión y manejo de residuos sólidos | 4 |
| 5.1. Caracterización de los residuos sólidos | 4 |
| 5.2. Clasificación | 5 |
| 5.3. Fuentes de generación | 6 |
| 5.4. Interpretación y análisis del manejo de residuos sólidos | 8 |
| 5.5. Estimación de generación de residuos sólidos para 5 años | 10 |
| VI. Alternativas de manejo externo de los residuos generados | 10 |
| VII. Etapa de formulación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos | 11 |
| 7.1. Políticas del PGRS | 11 |
| 7.2. Alcance del PGRS | 11 |
| 7.3. Lineamientos estratégicos | 12 |
| 7.4. Alternativas o líneas de acción | 12 |
| VIII. Matriz del Plan de Gestión de Residuos Sólidos del municipio de Ciudad Sandino | 13 |
| IX. Conclusiones | 17 |
| X. Recomendaciones | 18 |

Índice de tablas

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Leyes ambientales de Nicaragua con énfasis en el manejo de residuos sólidos</i> | 2 |
| Tabla 2 | <i>Organización y planificación de tareas</i> | 4 |
| Tabla 3 | <i>Caracterización de los residuos sólidos</i> | 5 |
| Tabla 4 | <i>Depósitos ilegales y autorizados</i> | 6 |
| Tabla 5 | <i>Peso de recolección domiciliar</i> | 7 |
| Tabla 6 | <i>Pesos de recolección municipal</i> | 8 |
| Tabla 7 | <i>Producción per cápita municipal</i> | 8 |
| Tabla 8 | <i>Líneas de acción del PGRS</i> | 13 |
| Tabla 9 | <i>Formato del registro de las entradas al relleno sanitario</i> | 13 |
| Tabla 10 | <i>Plan de capacitación y educación ambiental</i> | 14 |
| Tabla 11 | <i>Plan de lixiviados. Objetivo 3</i> | 15 |
| Tabla 12 | <i>Plan de monitoreo. Objetivo 3.</i> | 16 |

I. Objetivos

General

Elaborar una propuesta de Plan de Manejo de residuos sólidos para el municipio de Ciudad Sandino para el quinquenio (2023-2027).

Específicos

- Implementar un plan de educación ambiental en la población del municipio de Ciudad Sandino, con el fin de disminuir el volumen de desechos sólidos que se producen.
- Fortalecer capacidades del equipo de coordinación para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos.
- Establecer un programa de gestión de residuos sólidos a nivel municipal, como herramienta para reducir los volúmenes de material desechado.

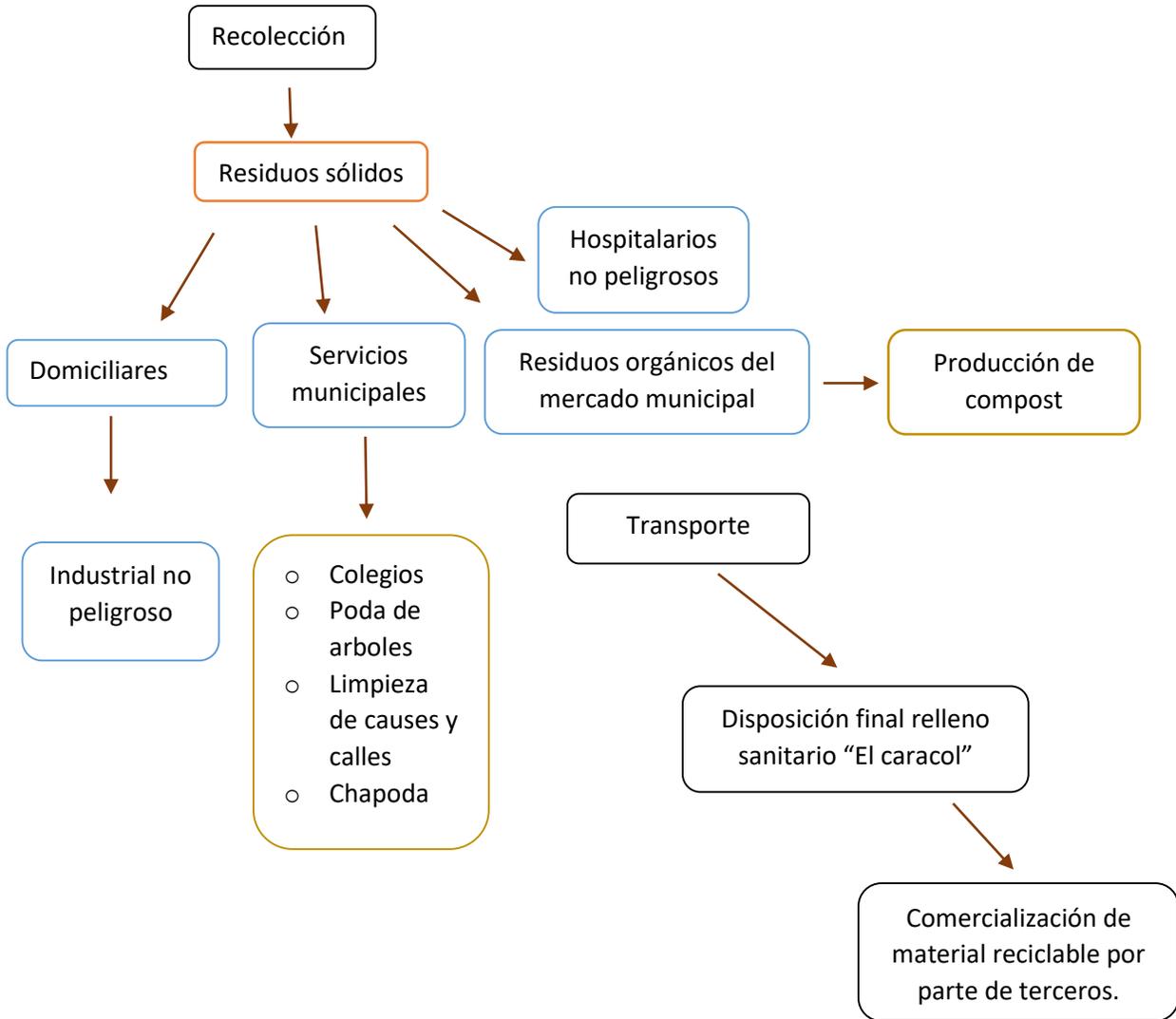
II. Marco legal

Tabla 1 Leyes ambientales de Nicaragua con énfasis en el manejo de residuos sólidos

| N° de ley o decreto | Nombre | N° de Gaceta | Fecha de publicación | N° de artículo |
|---------------------|--|--------------|-------------------------|----------------|
| Ley 217 | Ley general del medio ambiente y los recursos naturales | 20 | 31 de enero del 2014 | 60 |
| Ley 217 | Ley general del medio ambiente y los recursos naturales | 20 | 31 de enero del 2014 | 27 |
| Decreto No. 20-2017 | Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales | 228 | 29 de Noviembre de 2017 | 6,15,53 |
| NTON (05 014-01). | Norma Técnica Ambiental Obligatoria Nicaragüense para el Manejo, Tratamiento y Disposición final de los Desechos Sólidos no-peligrosos | 96 | 24 de mayo del 2002 | |
| NTON (05 015-02) | Norma Técnica para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos peligrosos | 210 | 5 de noviembre del 2002 | |
| NTON 05 013-01. | Norma técnica para el control ambiental de los rellenos sanitarios para desechos sólidos no peligrosos | 96 | 24 de Mayo del 2002 | |
| Decreto N° 9/96 | Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales | 164 | 9 de Noviembre de 2011 | 96,97 |

Fuente. (Salgado, 2022) recopilación de leyes ambientales

III. Descripción de la actividad



IV. Etapa de organización y planificación

Tabla 2 Organización y planificación de tareas

| Departamento | Tareas | Descripción |
|---|---|---|
| Gestión y protección ambiental | Administración del PGRS | <ul style="list-style-type: none">• Responsable de monitorear que se cumplan correctamente las actividades del plan de gestión de residuos sólidos del municipio de Ciudad Sandino. |
| Departamento de Servicios Municipales | Monitoreo de actividades. | <ul style="list-style-type: none">• Mostrar el listado de tareas necesarias para realizar el proyecto en orden cronológico. |
| Limpieza pública, sub-Departamento Relleno Sanitario. | Registro de residuos sólidos de entrada y salida al relleno sanitario | <ul style="list-style-type: none">• Detallar la procedencia, cantidad, recorrido y fecha de los residuos sólidos, con los nombres de los operarios. |
| Gestión y protección ambiental | Inspectoría en el poso de lixiviados | <ul style="list-style-type: none">• Responsable de realizar el plan de manejo de lixiviados. |
| Servicios Municipales y Recursos Naturales | Implementación del plan de acción | <ul style="list-style-type: none">• Administrar y efectuar las actividades descrito en el plan de acción. |
| Servicios Municipales y Recursos Naturales | Programa de capacitación y educación ambiental | <ul style="list-style-type: none">• Implementar el plan de capacitación al personal del departamento y dar educación ambiental a la población del municipio de Ciudad Sandino. |

V. Etapa de elaboración del diagnóstico de la gestión y manejo de residuos sólidos

5.1. Caracterización de los residuos sólidos

Para alcanzar la caracterización de los desechos sólidos se realiza en un área aledaña al relleno sanitario, la separación de los residuos, estos residuos tienen un destino final que son vendidos por los pepenadores y comprados por terceros, los terceros son quienes establecen el tipo y el pesaje de cada uno de los residuos; en la tabla 3 se identifican los tipos, volumen y densidad de los residuos sólidos

Tabla 3 Caracterización de los residuos sólidos

| Tipo de residuo | Peso (Kg) | Volumen (m ³) | Densidad (Kg/m ³) |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| Plástico | 2100 | 2.1 | 60 |
| Plástico duro PET 1 y PET 2 | 2200 | 2.2 | 62.8 |
| Cartón | 1600 | 1.6 | 45.7 |
| Hierro | 3200 | 3.2 | 91.4 |
| Papel | 1900 | 1.9 | 54.2 |
| Materia orgánica | 4000 | 4.0 | 14.2 |
| Madera | 7400 | 7.4 | 211.4 |
| Vidrio | 4300 | 4.3 | 122.8 |

La materia orgánica y madera ha sido caracterizada por el departamento de servicios municipales, según los datos obtenidos establecen que en el relleno sanitario se depositan 4,000 Kg de materia orgánica y 7,400 kg de madera, equivalentes a 4 m³ y 7.4m³ respectivos. La empresa compra 2,100 kg de plástico, 2,200 kg de PET 1 y PET2, 1,600 kg de cartón, 3,200 kg de hierro, 1,900kg de papel y 4,300 kg de vidrio semanales, equivalentes a 2.1 m³,2.2 m³, 1.6 m³, 3.2 m³, 1.9 m³ y 4.3 m³, respectivos

5.2. Clasificación

Dentro de los desechos sólidos no peligrosos generados en el municipio tenemos los siguientes:

- Materia orgánica
- Plástico
- Plástico solido PET1 y PET2
- Hierro
- Cartón
- Papel
- Vidrio
- Madera

5.3. Fuentes de generación

Tabla 4 Depósitos ilegales y autorizados

| Depósitos ilegales y autorizados | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------|-------------------|-------------|-----------|
| Zona | Nombre | Volumen m ³ | Tamaño | Coordenadas | |
| | | | | Latitud | Longitud |
| 6 | Camino hacia los Ning | 12 m ³ | 7.10m x500m | 12°9'56" | 86°22'18" |
| 6 | Parque de la zona 6 | 10m ³ | 10.30m x10m | 2°9'42" | 86°21'34" |
| 6 | Detrás de Cantera | 15m ³ | 7.30m x 27.40m | 12°9'47" | 86°21'34" |
| 5 | Centro de transferencia Mercadito Municipal Augusto C. Sandino- Autorizado | 17 m ³ | 6m x 23.20 m | 12°9'54" | 86°21'31" |
| 2 | La compostera – autorizado | 6 m ³ | 35m x 25m | 12°9'40" | 86°21'22" |
| 15 | Santa Eduviges- Camino Sueño Real | 19 m ³ | 4.1 km x 5.10 m | 12°9'06" | 86°21'36" |
| 9 | Botadero autorizado Altos de Motastepe | 17.5 m ³ | 106m x 40m | 12°7'52" | 86°20'26" |
| Cuajachillo 1 | Botadero Barrio José Daniel | 5 m ³ | 10m x 30m | 12°8'7" | 86°20'33" |
| 10 | Camino por la Paz | 11 m ³ | 32m x 7.50 m | 12°8'49" | 86°20'22" |
| 10 | Entrada Vista Hermosa | 2 m ³ | 5m x 10 m | 12°9'17" | 86°20'27" |
| 8 | Cuadro el Piojo | 2 m ³ | 5m x 10 m | 12°9'26" | 86°20'59" |
| 7 | Frente al Tip Top | 5 m ³ | | | |
| Volumen promedio semanal | | 10.125 m³ | | | |

Fuente: (Informe semanal, Alcaldía de Ciudad Sandino- departamento de servicios municipales, 2022)

Mediante la observación de la tabla anterior, se destacan los depósitos con mayor volumen municipal siendo:

4. Santa Eduviges-Camino Sueño Real con volumen total de 19 m³ y una extensión territorial de 20,91 km².
5. Botadero autorizado Altos de Motastepe con volumen total de 17.5 m³.
6. Centro de transferencia Mercadito Municipal Augusto C. Sandino con volumen de 17 m³.

Siendo que de los botaderos autorizados es el de Altos de Motastepe como parte de los más grandes en volumen y extensión territorial, cubriendo 106 m de largo y 40m ancho. Dentro de los botaderos ilegales encontramos que Santa Eduviges- Camino Sueño Real, tiene un volumen superior a todos los visitados. A partir del registro diario que lleva el departamento de servicios municipales se conoció el horario de recolección, procediendo a verificar el cumplimiento del sistema institucional, para ello se obtuvo el peso en m³ por

cada zona y comarca, así como los datos de limpieza pública, los cuales se describen en la tabla 5.

Tabla 5 *Peso de recolección domiciliar*

| Peso total de recolección semanal en desechos domiciliarios | |
|---|------------------------------|
| Zona | Volumen m³ |
| Zona 7, Gruta Xavier, casa mil colores | 96 |
| II y III etapa Bello Amanecer, Villa Soberana | 72 |
| San Miguel, zona 3 y 5 | 96 |
| Empresa del municipio | 105 |
| Zona 8 Barrio Hilario Sánchez, la Isla y Delicarne | 78 |
| Zona 4 FUPADE, Cauce zona 5-biblioteca Rubén Darío. | 130 |
| Zona 1 y 2 | 96 |
| Zona 5 costado sur del colegio José Artigas. | 96 |
| Zona 10 Audilia Blanco, los chilamates, EMENSA y auto lavado | 72 |
| Santa Eduviges zona 12, dos callejones Hilario Sánchez | 96 |
| Zona 9 etapa I anexo. | 96 |
| San Roque, villa Jerusalén, zona 13 y altos de Motastepe | 96 |
| Villa la loncha, zona 5 y 11 | 96 |
| Callejones zona 3, 7, oro verde y villa Xiloa | 96 |
| Tangara, Arenera, Las brisas, San Cayetano, UNILEVER y altos las brisas | 60 |
| Carolina Calero central, norte y valle Santa Rosa | 40 |
| Quilombo, los Leiva, Villa Motastepe norte hasta calle 12 y Prinzapolka | 70 |
| Cuajachillo N°1, cauce Cuajachillo, los guayacanes | 50 |
| CCS, Villa nueva, Santa Elena, barrio perpetuo Socorro | 78 |
| Nueva vida I, II, III, IV, redes de solidaridad y clínica house | 78 |
| San Andrés | 96 |
| Praderas | 96 |
| Volumen total | 1,889m³ |

Fuente: (Informe semanal, Alcaldía de Ciudad Sandino- Departamento de Servicios Municipales, 2022)

Al analizar la tabla anterior se muestran las zonas, comarcas y empresas del municipio que generan una mayor cantidad de residuos sólidos, siendo los tres primeros:

4. Zona 4 FUPADE, Cauce zona 5-biblioteca Rubén Darío.
5. Empresa del municipio.
6. Todas las zonas y comarcas que se recolecta un volumen de 96m³.

El departamento de servicios municipales de la alcaldía de Ciudad Sandino como parte de las funciones administrativas que esta tiene es llevar la limpieza a las 15 zonas y 3 comarcas, entre ellos la recolección semanal de las áreas públicas se muestran en la tabla 6, donde la mayor cantidad de residuos según el peso es procedente de la recolección domiciliar con 1,889m³, se obtiene de los botaderos 121m³ y de los espacios

públicos 116m³ y todos los residuos sólidos recolectados de colegios y cauces es 256.5 m³, obteniendo un total de 2,670m³ semanales.

Tabla 6 Pesos de recolección municipal

| Peso (M³) | Recolección municipal |
|------------------------------|------------------------------|
| 256.5 | colegio y cauce |
| 213 | limpieza de calle |
| 116 | espacios públicos |
| 74 | poda de arboles |
| 121.5 | Volumen total de botaderos |
| 1,889 | Recolección domiciliar |
| 2,670 | Total |

Fuente: (Informe semanal, alcaldía de Ciudad Sandino- departamento de servicios municipales, 2022)

Con los datos actualizados, obtenidos del peso en la recolección domiciliar se logró calcular la producción por habitante la generación de 0.93 Kg/Hab/día, comparando la cantidad obtenida con el informe de misión (Olley, 2004) ha disminuido un 0.03 kg por habitante, ver tabla 7.

Tabla 7 Producción per cápita municipal

| Quincenal | Total de habitantes | Peso total en kg | Producción Per Cápita Kg/m3/hab. |
|------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| 15 días | 126,582 | 1,784,000 | 0.93 Kg/Hab/día |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022)

5.4. Interpretación y análisis del manejo de residuos sólidos

Para la disposición final se visitó el estado del relleno sanitario de la ciudad, siguiendo la tabla de observación directa y se obtuvo las siguientes observaciones *in situ*.

Conforme a la norma técnica NTON 05 014-01 se obtuvo la siguiente observación.

- La institución posee informes semanales de los tipos de residuos sólidos producidos en el municipio.

Con los residuos sólidos.

- Se cuenta con el conocimiento de los botaderos ilegales y la cantidad en m³ que se recoge de ellos.

- Al realizar el proceso de recolección, no se separan los desechos ya que se recolectan de los domicilios y por la poca educación ambiental de los habitantes, no realizan la separación debida de sus residuos.
- Tienen establecidos los horarios de recolección distribuida por zonas y comarcas que conforman el municipio.
- La institución ha puesto depósitos de basura en todo el terreno del municipio, pero no son suficientes y no están separados por tipo de residuo.
- Al recolectar los residuos orgánicos la institución lo realiza por medio de bolsas plásticas hasta someterla al proceso de compost.
- La separación de residuos es realizada por personas naturales en el relleno sanitario, no son por parte de la institución.
- Posee su sistema de reciclaje, pero el municipio cuenta con organizaciones privadas que trabajan con la institución para el reciclaje de desechos.
- La compra y venta de residuos sólidos es realizada por organizaciones no pertenecientes a la institución; pero poseen el proceso de elaboración de compost que posteriormente es vendido.

Teniendo como objetivo, dar una propuesta de un PGRS que aporte a la mejora del actual sistema de residuos sólidos, para dar pautas y recomendaciones de un mejor manejo y seguimiento de problemáticas socio-ambientales generadas por múltiples factores, se han identificado por medio de entrevistas, observaciones *in situ* y encuestas aplicadas a la población del municipio, dos puntos importantes que recalcan las fortalezas y debilidades que posee el sistema actual.

Fortalezas:

- Posee un seguimiento semanal del sistema de recolección y de servicios municipales de limpieza.
- Realizan actividades para el aprovechamiento de residuos orgánicos destinados a la generación y venta de compost, así como, reciclaje de residuos sólidos que posteriormente son reintegrados a la economía circular de la población.

- Cooperación de organizaciones privadas para la gestión de materiales reciclables.
- Los cargos destinados al control y seguimiento del buen funcionamiento en el sistema de residuos sólidos son efectuados por especialistas ambientales adecuados, con capacidad de resolver y manejar profesionalmente las problemáticas que se presenten.

Debilidades:

- Poca educación ambiental en la población
- falta de vigilancia en los puntos ilegales de depósitos
- Pocos depósitos de basura y no son clasificado por tipo de residuos.
- Menor alcance de las rutas de recolección en zonas rurales e inconsistencias en el horario de algunas zonas del municipio, haciendo presencia quejas e incomodidades en la población.
- Falta de vigilancia continua y de seguimiento de la cantidad y procedencia de los desechos que son depositados en el relleno sanitario “El caracol”.

5.5. Estimación de generación de residuos sólidos para 5 años

Se estima un volumen de basura de unos 694,200 M³ para los próximos 5 años en base a los datos obtenidos en campo durante la realización de este documento

VI. Alternativas de manejo externo de los residuos generados

Los términos recogida, recuperación, reutilización y valorización, responden a diversas actividades que pueden llevarse a cabo sobre los diferentes flujos de residuos para aprovechar total o parcialmente el material, ya sea para el mismo uso o para otra aplicación. El concepto más general de reciclaje consiste en hallar el medio para sacar algún provecho del residuo (Castells, 2012).

Dentro de actual gestión de los residuos sólidos se debe de implementar una administración por parte del personal para prevenir incidentes dentro y fuera de los límites del relleno que afecten de manera directa e indirecta a los pepenadores y personal

de recolección y transporte; asignar trabajadores que supervisión las actividades realizadas en el área.

Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente (NTON 05 014 - 02) Según Haddad (1981), es la última etapa operacional del servicio de limpieza; las principales formas de disposición final ambientalmente adecuadas son el relleno sanitario y el confinamiento.

La disposición final de los residuos de Ciudad Sandino seguirá siendo en el relleno sanitario “El caracol”.

VII. Etapa de formulación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos

7.1. Políticas del PGRS

El plan de gestión de residuos sólidos es un documento que pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de Ciudad Sandino y mejorar el sistema y disposición final de los desechos, la visión y misión de este documento es poder alinearse a los estatutos y políticas que posee la entidad, de tal manera que se pueda conllevar a una sociedad que pueda tener esa estabilidad económica ambiental.

El presente plan de gestión ambiental establece los lineamientos que la institución debe seguir para la aplicación continua y sistemática, de una estrategia integra de prevención y mitigación de daños ambientales, que garanticen la armonía con el ambiente. Su base fundamental recae en la ley general del medio ambiente y los recursos naturales (ley 217) donde se establece las normas, protección, mejoramiento, restauración del medio ambiente y el entorno que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible de acuerdo a lo señalado en la constitución política del país.

7.2. Alcance del PGRS

Para cumplir con los objetivos establecidos en el PGRS, se desarrollarán en un periodo de 5 años, comprendiendo toda el área política perteneciente al municipio de Ciudad Sandino.

7.3. Lineamientos estratégicos

Se establecen los siguientes lineamientos estratégicos para la realización del PGRS:

- Reducir las afectaciones al medio ambiente.
- Proteger la integridad física de los trabajadores y todas las personas que se encuentran en el área de influencia al momento de una emergencia durante la operación del sistema
- Reducir al máximo los daños del relleno sanitario
- Aprovechar toda la materia prima posible proveniente de los desechos sólidos del municipio.

7.4. Alternativas o líneas de acción

Para alcanzar las tareas principales de este plan se han propuesto alternativas o líneas de acción que deben desarrollarse, en el transcurso e implementación del PGRS, para lo cual es imperante realizar acciones de educación ambiental, en la tabla 8 se muestran estas líneas.

De igual forma se ha propuesto un formato (tabla 9) que registre las entradas de residuos en el relleno sanitario, mismo que deberá ser administrado por el personal del Departamento Relleno Sanitario, este instrumento le permitirá a la municipalidad llevar un registro exacto del flujo de residuos que se reciben a diario en estas instalaciones.

Tabla 8 Líneas de acción del PGRS

| Objetivos | Líneas de acción | Resultado |
|---|---|--|
| Implementar un plan de educación ambiental en la población del municipio de Ciudad Sandino. | Realizar jornadas de educación ambiental en escuelas, entidades públicas y privadas y en los diferentes sectores populares. | Mayor conciencia ambiental en la población y una disminución de residuos sólidos en las calles y causes. |
| Establecer un programa de gestión de residuos sólidos a nivel municipal, como herramienta para reducir los volúmenes de material desechado. | Gestionar los residuos sólidos a partir de actividades sostenibles establecidas en los planes programados en el presente PGRS. | Mejora de la administración de los desechos sólidos |
| Fortalecer capacidades del equipo de coordinación para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos. | Programar capacitaciones a los equipos de trabajo pertenecientes al departamento de servicios municipales para un mejor desempeño en el manejo de residuos sólidos. | Mejora de la eficiencia en los trabajadores |

Nota: Tabla adaptada de: Universidad Nacional autónoma de Nicaragua (UNAN). Diplomado Producción más limpia, reducción y valorización de desechos.

Tabla 9 Formato del registro de las entradas al relleno sanitario

| Registro de depósitos en el relleno sanitario “El caracol” | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------------------|--|
| Encargado de turno: | | Fecha: | | |
| Operario | Procedencia | Hora | M³ depositados | |

VIII. Matriz del Plan de Gestión de Residuos Sólidos del municipio de Ciudad Sandino

Para cumplir con los objetivos uno y dos de este plan se ha planteado un plan de capacitación acompañado de educación ambiental mismo que se detalla en la tabla 10, en el cual se pretende que las autoridades municipales puedan sensibilizar y capacitar a en primera instancia al personal del departamento de servicios municipales y recursos naturales y posteriormente seguir con la comunidad, para que estos puedan mejorar el manejo integral de los residuos sólidos, provenientes de sus viviendas y áreas públicas. Para cumplir con el objetivo 3 de este plan se ha propuesto un plan de monitoreo para los lixiviados (tabla 11), mismo que permitirá a la municipalidad poder realizar obras de

optimización como el desvió de agua proveniente de las escorrentías, conocer la cantidad de precipitación directa en el área, y la presencia de infiltraciones subterráneas. Con la finalidad de mejorar el área rellenada, la cantidad de infiltración en el sistema de drenaje y la impermeabilización de las fosas.

Tabla 10 Plan de capacitación y educación ambiental

| | | | | |
|--|---|----------------------------|---|--|
| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
| | | Periodo | 5 años | |
| Programa de capacitación y Educación Ambiental | | | | |
| Objetivo | Sensibilizar y capacitar a toda la comunidad sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Capacitar al personal del departamento de servicios municipales y recursos naturales. | | | |
| Meta 2: | Implementar la educación ambiental a la población de Ciudad Sandino. | | | |
| Indicador 1: | Número de personas capacitadas | | | |
| Indicador 2: | Número de Acciones implementadas. | | | |
| Responsable | El Departamento de Medio Ambiente se encargara de todo | | | |
| N° | Acción | Plazo | Unidad ejecutora | Actores |
| 1 | Impartir cursos de capacitación durante el primer año al personal de recolección, y tratamiento final. | Enero 2023- Diciembre 2023 | Servicios municipales y recursos naturales. | Trabajadores de la alcaldía de Ciudad Sandino y población municipal. |
| 2 | Elaborar panfletos, folletos, organizar y planifica los programas de educación ambiental a los colegios, instituciones públicas y privadas, ferias ambientales y campañas de limpieza en el manejo Integral de los Residuos Sólidos | Enero 2023- Diciembre 2023 | | |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

Tabla 11 Plan de lixiviados. Objetivo 3

| | | | | |
|--|--|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
| | | Periodo | 5 años | |
| Programa de manejo de lixiviados | | | | |
| Objetivo | Caracterización, composición, concentración y volumen estimado de lixiviados | | | |
| Meta 1: | Desviación de aguas de escorrentía, la cantidad de precipitación directa que se tenga en la zona, y la presencia de infiltraciones subterráneas. | | | |
| Meta 2: | Mejorar el área rellenada, la cantidad de infiltración que se permita en el sistema de drenaje e impermeabilización, inspeccionar bimestralmente las fosas de lixiviados | | | |
| Indicador 1: | Porcentaje de monitoreo anuales del volumen en el sistema | | | |
| Indicador 2: | Utilizar sistemas de drenaje e impermeabilización | | | |
| Gestión y protección ambiental | | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1. | Construir canales que redirijan las escorrentías de relleno hacia las fosas de lixiviados. | Enero 2023- Diciembre 2023 | Gestión y protección ambiental | Trabajadores de alcaldía municipal |
| 2. | Inspecciones en todo el sistema | Enero 2023- Diciembre 2024 | | |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

En la tabla 12 se muestra la propuesta del monitoreo, que debe implementarse para para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos y dar seguimiento a los impactos sobre los diferentes componentes ambientales y poder conocer la efectividad de las medidas de mitigación implementados en el manejo de los residuos sólidos, estableciendo muestreos periódicos que permitan conocer el estado del suelo en el relleno sanitario y pozo de lixiviados.

Tabla 12 Plan de monitoreo. Objetivo 3.

| | | | | |
|--|---|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Plan de Gestión de Residuos sólidos del Municipio de Ciudad Sandino (2023-2027) | | Fecha | 2023-2027 | |
| | | Periodo | 5 años | |
| Plan de monitoreo | | | | |
| Objetivo | Llevar un seguimiento de los impactos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer la efectividad de las medidas de mitigación implementados. | | | |
| Meta 1: | Establecer muestreos periódicos para monitorear el estado del suelo en el relleno sanitario y pozo de lixiviados. | | | |
| Meta 2: | Establecer muestreos periódicos para monitorear el estado de aguas superficiales y subterráneas antes y después del sistema. | | | |
| Meta 3: | Mantenimiento mensual de la maquinaria y equipo utilizados en el sistema. | | | |
| Indicador 1: | Informes de análisis de suelo | | | |
| Indicador 2: | Informes de análisis de agua | | | |
| Indicador 3: | Itinerario de mantenimiento con informes de gastos realizados. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1. | Análisis de suelo, para presencia de metales pesados, organismos patógenos y microorganismos | Enero 2023- Diciembre 2027 | Gestión y protección ambiental | Analistas |
| 2. | Muestreos en el efluente del sistema de Lixiviados y agua proveniente de los acuíferos | | Recursos naturales | |
| 3 | Número de veces que se le de mantenimiento a las maquinarias y equipos utilizados | | Servicios municipales | Talleres automotrices |

Fuente. (Lara, Salgado & Mendoza, 2022) PGRS.

IX. Conclusiones

A partir de los datos obtenidos podemos concluir que:

- Es importante generar campañas de educación ambiental para impulsar y animar a que las personas colaboren con pequeños gestos en el cuidado y protección del medio ambiente como puede ser a través de la recogida de residuos, el reciclaje de envases o depositando de manera responsable sus desechos. Una de las mayores motivaciones de cuidar nuestro planeta es que las futuras generaciones puedan disfrutar de la naturaleza, sus ciclos y su biodiversidad, la educación ambiental es la mayor herramienta para este propósito, más aún en tiempos donde el cambio climático está poniendo en peligro el equilibrio del medioambiente
- Este plan de gestión ambiental pretenderá de dotar de más capacidades al equipo coordinación el cuál se unificarán y darán una mayor cobertura a las zonas con problemas de recolección y destino final de los desechos. El equipo tendrá una mejor respuesta a los problemas de recorridos y transporte de hacia el relleno, obteniendo una mejor eficacia y esfuerzo unificados por todas las partes implicadas.
- El actual sistema tiene posibilidades de mejora gracias al grupo multidisciplinario encargado de la gestión y los servicios brindados al municipio, por ello, es viable implementar los planes, cronogramas y formatos establecidos en el Plan de Gestión de Residuos Sólidos presentado.

X. Recomendaciones

Con las conclusiones alcanzadas se presentan recomendaciones en base al trabajo realizado:

- A la alcaldía, mejorar la vigilancia de los depósitos ilegales para prevenir la acumulación desmesurada de los residuos sólidos.
- Al departamento de gestión y protección ambiental, realizar inspecciones de manera constante en los botaderos no autorizados, aplicando las multas según las leyes a los infractores de estos.
- Mejorar los depósitos públicos ubicados en las calles principales, realizando la clasificación en orgánicos, papel (cartón) y vidrio.
- A la alcaldía, cambiar los equipos de seguridad para los obreros, cada vez que estén dañados, para evitar que el trabajador realice sus tareas sin el equipo debido.
- Al departamento de servicios municipales, establecer equipos de trabajos en dúos o tríos en dependencia a la cantidad de trabajo, supervisando que los trabajadores cumplan con el horario.
- Realizar inspecciones y multar frecuentemente a los conductores de camión que no respeten la velocidad, puesto que la basura cae del camión y se esparce en los senderos del camino hacia el relleno sanitario.
- Al departamento de servicios municipales, evitar la quema de desechos sólidos en los puntos de transferencia.
- Al departamento de gestión y protección ambiental, efectuar los planes de educación ambiental a los habitantes de manera constante, para facilitar el conocimiento de manejo de los residuos sólidos y facilite la mejora del actual sistema.
- Ejecutar capacitaciones sobre la caracterización de los residuos sólidos en la población estudiantil, para generar una cultura ambiental sostenible.
- Realizar campañas de reciclajes, para mejorar la clasificación de los residuos inorgánicos en los hogares.