



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DEL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE CONDEGA
FIGARS (2019-2039)**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Geovanny Haudiel Rugama Peralta

Br. Elvis Alejandro Gonzales Torres

Br. Eduardo Antonio Merlo Martínez

Tutor

Msc. Ing. Sergio junior Navarro Hudiel

Managua, Marzo 2020

Resumen

El Plan de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del municipio de Condega (PIGARS), se formuló de acuerdo a la realidad socio-económica del municipio, como herramienta para mejorar la calidad en la gestión del servicio de limpieza, recolección, y disposición final de tal manera que se mejorarán las condiciones higiénico-sanitarias del municipio.

El actual manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio se realiza de forma deficiente principalmente por la carencia de recursos financieros, la falta de personal capacitado para la prestación del servicio y la falta de conciencia ambiental de la población, por lo cual la alcaldía municipal precisa de instrumentos que contribuyan al mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos, de tal manera que con la implementación del PIGARS- Condega, se podrán mejorar las condiciones sanitarias del municipio.

El PIGARS - Condega, cuenta cinco lineamientos estratégicos, orientados a la implementación efectiva y al cumplimiento de los objetivos propuestos, como herramienta para mejorar la calidad en la prestación del servicio de limpieza y recolección, y por consiguiente, las condiciones ambientales de la ciudad.

Entre los principales hallazgos de la caracterización de residuos sólidos; la producción per cápita es de 0.45 (kg/hab/día), una composición física en su mayoría constituida de materia orgánica de origen vegetal (38%), una densidad promedio de 230 kg/m³.

Para la disposición final se contará con un sitio de disposición final de desechos sólidos y sub productos, ubicado a 4 km noroeste del casco urbano de la ciudad en las coordenadas 1480, 223.57 de LN y longitud 562, 796.72 E, con una extensión de 2.75 hectáreas requeridas para la implementación del relleno sanitario y sus obras conexas, se cumple de esta manera con los requerimientos técnicos y ambientales propios de este tipo de proyecto.

INDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Residuos Sólidos.....	8
2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos	8
2.2.1 Clasificación por tipo de manejo	8
2.3 Factores que afectan las tasas de generación de los desechos	10
2.3.1 La reducción en origen y las actividades de reciclaje	10
2.3.2 Las actitudes públicas y la legislación	10
2.3.3 Los factores físicos y geográficos	11
2.4 Métodos comunes para estimar la cantidad de desechos sólidos.....	12
2.5 Importancia de la obtención de datos de la caracterización de los desechos sólidos.....	12
2.6 Composición de los desechos sólidos.....	13
2.7 Densidad de los desechos sólidos	14
2.8 Propiedades y/o características	15
2.9 Gestión del servicio de aseo publico	17
2.9.1 El aseo urbano consta fundamentalmente de las siguientes actividades:	17
2.10 Sistema de disposición final inadecuado	19
2.11 Botadero a cielo abierto	21
2.12 Relleno Sanitario.....	22
2.12.1 Relleno sanitario semi mecanizado	23
2.12.2 Métodos constructivos de un relleno sanitario.....	23
2.12.3 Elementos principales de un relleno sanitario	27
2.12.4 Reacciones que ocurren en un relleno sanitario.....	28

2.12.5	Canales ciegos.....	31
2.12.6	Operación.....	35
2.12.7	Ventajas y riesgo de un relleno sanitario.....	41
2.13	Plan de manejo integral de residuos solidos.....	44
2.14	Diagnostico situacional sobre la gestión de residuos sólidos y validación del mismo.....	44
2.15	Establecimiento de los objetivos y alcances PIGARS.....	46
2.16	Definición de alineamientos estratégicos.....	46
2.17	Formulación del plan de acción del PIGARS.....	46
2.18	Disposición final de los residuos sólidos y sub-productos.....	48
2.19	Evaluación del sitio.....	48
2.19.1	Organización Local para el desarrollo de un PIGARS.....	52
CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....		61
3.1	Ubicación del área de estudio.....	61
3.2	Limites:.....	61
3.3	Tipo de suelo.....	61
3.4	Tipo de estudio.....	62
3.5	Materiales y métodos.....	62
3.6	Procedimiento utilizado para realizar el estudio.....	63
3.6.1	Universo del estudio.....	63
3.6.2	Selección y tamaño de la muestra.....	64
3.6.3	Determinación de la composición física.....	68
3.6.4	Variables e indicadores del estudio.....	69
3.7	Justificación técnica de las metodologías seleccionada.....	71
3.8	Elaboración del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos de Condega.....	72
3.8.1	Investigaciones Hidrogeológicas.....	73
3.8.2	Resultados de las Investigaciones Hidrogeológicas.....	73
3.8.3	Estudio de suelo.....	73
3.8.4	Estudio topográfico.....	74
3.8.5	Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y área requerida para el relleno sanitario.....	75
3.8.6	El método simplificado para estimación de líquidos percolados.....	77

3.8.7	Diseño de tratamiento de lixiviado	78
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	85
4.1	Paso N°1. Organización Local para el desarrollo de un PIGARS.....	85
4.2	Paso N°2. Diagnostico Situacional sobre la Gestión de Residuos Sólidos...	87
4.2.1	Aspectos gerenciales, administrativos y financieros	87
4.2.2	Aspectos técnicos operativos del servicio.....	97
4.2.3	Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos	103
4.3	Paso No. 3: Establecimiento de los objetivos y alcances del PIGARS.....	121
4.4	Paso No. 4: Definición de lineamientos estratégicos.....	123
4.4.1	Periodo de planificación	124
4.4.2	Actores sociales involucrados en la ejecución del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	124
4.5	Paso No. 5: Formulación del plan de acción del PIGARS	126
4.5.1	Estrategia de implementación del PIGARS	126
4.5.1	Evaluación, control y seguimiento del Plan de Acción	129
4.6	Disposición final de los residuos sólidos y sub productos	130
4.6.1	Evaluación de sitio.....	130
4.6.2	Descripción de los resultados de la evaluación del sitio de disposición final de los desechos sólidos.....	131
4.6.3	Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y área requerida para el relleno sanitario	131
4.6.4	Dimensionamiento de trincheras	135
4.6.5	Drenaje pluvial externo	137
4.6.6	Drenaje de gases.....	139
4.6.7	Drenaje y disposición de líquido percolado.....	139
4.6.8	Diseño del sistema de tratamiento de los lixiviados producidos	140
4.7	Presupuesto	146
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
BIBLIOGRAFÍA	
Anexos	I

Índice de gráficos

Grafico 1. Planificación del PIGARS	72
Grafico 2. Recaudacion de recoleccion de residuos solidos (hasta septiembre).....	91
Grafico 3. Valores de PPC por día de muestreo.....	97
Grafico 4. Opinión de los encuestados sobre el manejo de los residuos sólidos por parte de la Alcaldía.....	119
Grafico 5. Capacidad de pago mensual por la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos	120
Grafico 6, Tratamiento de los residuos en los sitios encuestados	121

Índice de Tablas

Tabla 1. Contenido de humedad por componente	17
Tabla 2. Enfermedades relacionadas con RSM transmitidas por vectores	20
Tabla 3. Control de operaciones	37
Tabla 4. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario.....	42
Tabla 5. Propuesta de PIGARS – Condega.....	47
Tabla 6. Aspectos e indicadores, evaluación socio-ambiental y natural	51
Tabla 7. Asignación estándar de puntos para la evaluación ambiental.....	59
Tabla 8. Distribución de la muestra.....	64
Tabla 9. Numero de muestra por población y viviendas	65
Tabla 10. Variables, indicadores, técnicas e instrumentos en estudio	70
Tabla 11. - Datos básicos de diseño para estimar volúmenes	76
Tabla 12.- Calculo de los volúmenes de los desechos sólidos y áreas requeridas para el relleno sanitario	76
Tabla 13.- Valores que toma el coeficiente k	78
Tabla 14.- Resultados de la Caracterización química de los desechos líquidos	79
Tabla 15.- Principales actores en el PIGARS- Condega.....	85
Tabla 16.- Mapeo de actores de Condega.....	86
Tabla 17.- Tarifas de cobro del servicio de recolección	90
Tabla 18.- Recaudación del año 2019, hasta el mes de septiembre.....	91
Tabla 19.- Análisis FODA.....	92
Tabla 20.- Valores comparativos de PPC en diferentes centros urbanos del País ...	98
Tabla 21.- Composición física de los residuos sólidos.....	100
Tabla 22.- Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas del país	101
Tabla 23.- Densidad suelta	102
Tabla 24.- Densidad suelta municipales en Nicaragua	103
Tabla 25. Rutas de recolección por día.....	110
Tabla 26.- Resultados de medición de macro y microruteo	112

Tabla 27.- Comparación de los datos de macro y microruteo obtenidos con otras ciudades.....	113
Tabla 28.- Evaluación del sitio	130
Tabla 29.- Proyección de población y generación de residuos	133
Tabla 30.- Determinación de áreas y volúmenes requeridos	134
Tabla 31.- Cálculo de los caudales de drenaje pluvial	137
Tabla 32.- Cálculo y diseño de los canales perimetrales de cada trinchera para el drenaje pluvial	138
Tabla 33.- Diseño de canales secundarios	138
Tabla 34.- Tabla de dimensiones de tanques sépticos del primer período	143
Tabla 35. Presupuesto de las obras.....	147
Anexo 4 .Tabla 36. Acción enfocadas al fortalecimiento de la gestión institucional. XIV	
Anexo 5.Tabla 37. Acciones enfocadas al fortalecimiento del marco legal.XVII	
Anexo 6.Tabla 38. Acciones enfocadas a la capacitación y asistencia técnica.....XIX	
Anexo 7.Tabla 39. Acciones enfocadas a la educación Ambiental y participación ciudadana.....XXI	

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.- Equipo para Relleno Sanitario Semi mecanizado	23
Ilustración 2.- Método de Trinchera	24
Ilustración 3.- Método de Área.....	25
Ilustración 4. Método combinado	26
Ilustración 5. Vectores del Botadero a cielo abierto.....	36
Ilustración 6.- Carretilla de llanta neumática	38
Ilustración 7.- Herramientas de trabajo	39
Ilustración 8.- Barril de 55 galones acondicionado como rodillo compactador.....	40
Ilustración 9.- Movimiento de tierra y conformación de la celda primaria.....	41
Ilustración 10. Estructura general para la implementación del PIGARS	53
Ilustración 11. Metodología de cuarteo.....	67
Ilustración 12.- Diferentes tipos de recipientes de almacenamiento temporal usados en la municipalidad	105
Ilustración 13.- Cajas utilizadas para el almacenamiento de agujas y jeringas en el	106
Ilustración 14.- Unidad de recolección y cuadrilla durante el recorrido.....	109
Ilustración 15.- Acumulación de residuos sólidos domiciliarios y de jardinería.....	111
Ilustración 16.- Ubicación del botadero.....	115
Ilustración 17.- Desechos dispersos en áreas del sitio de disposición final.....	115
Ilustración 18.- Levantamiento de barriles repletos de basura por parte de los operarios	117
Ilustración 19.- Condiciones de trabajo de los operarios de recolección.....	117
Ilustración 20.- Isométrico del sistema de tratamiento primario y secundario de los Lixiviados del relleno sanitario de Condega	144

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ACL: América Latina y El Caribe

AME: Alcaldía Municipal de Estelí, Nicaragua

AMUDES: Asociación de Municipios del Departamento de Estelí, Nicaragua

AMUNIC: Asociación de Municipios de Nicaragua

BCN: Banco Central de Nicaragua.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CAM: Comisión Ambiental Municipal, Nicaragua

CCAD: Comisión Centro Americana de Ambiente y Desarrollo

CDI: Centro de Desarrollo Infantil

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

CONAM: Consejo Nacional del Ambiente, Perú

DS: Desecho sólido

Hab/año: Habitantes al año

Hab: Habitantes

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo

INIFOM: Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal

Kg/día: Kilogramos al día

Kg/hab/día: Kilogramos por habitante por día

Kg/m³: Kilogramos por metro cúbico

Kg/pac/día: Kilogramos por paciente por día

Kg: Kilogramo(s)

Km: Kilómetro(s)

m: metro

m²: Metros cuadrados

m³: Metros cúbicos

MARENA: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua

MINED: Ministerio de Educación, Nicaragua

MINSA: Ministerio de Salud, Nicaragua

mm: Milímetro(s).

MSNM: metros sobre el nivel del mar.

NTOM: Norma Técnica Ambiental

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONG: Organismo No Gubernamental.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PIGARS: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos

PPC: Producción per cápita.

PROARCA: Programa Ambiental Regional para Centroamérica.

PROFIM: Proyecto de Fortalecimiento y Desarrollo de los Municipios de Nicaragua

RSM: Residuos sólidos municipales.

RSU/RSM: Residuos Sólidos Urbanos / Residuos Sólidos Municipales

SISCAT: Sistema de Catastro Municipal, Nicaragua

T/año: Toneladas al año.

T/día: Toneladas al día.

T: Tonelada(s).

A decorative graphic featuring a thin, dashed gold circle. A solid gold bracket is positioned on the right side of the circle. A horizontal bar with a gold-to-white gradient is placed across the middle of the circle. A thick black bracket is positioned on the left side of the bar.

CAPÍTULO I.
GENERALIDADES

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El acelerado y desordenado aumento de la población tanto en la zona urbana y rural de Condega ha traído consigo una serie de problemas ambientales, como la contaminación del aire, de los recursos hídricos y del suelo urbano; de igual forma afecciones a la salud de la población, en especial de los más pobres; con la creciente producción de residuos sólidos, líquidos, entre otros; que en general se concretan en una progresiva y vertiginosa degradación del ambiente del municipio y sus áreas de influencia.

Los problemas ocasionados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la ciudad y zona rural del municipio, están afectando, tanto al casco urbano como a las comunidades, entre las cuales se pueden mencionar: Ducuale – Grande y la Naranjita por mencionar algunos. En dicha municipalidad el poco conocimiento y experiencia sobre el manejo del servicio de aseo urbano y rural, es una evidencia de la falta de criterios técnicos, económicos y sociales, que han ocasionado que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización, lo cual se ha traducido en altos costos de funcionamiento que la misma municipalidad ha tenido que subsidiar consumiendo buena parte de su presupuesto.

Esta alcaldía no cuenta con un diagnóstico en donde se refleje la finalidad de una valoración financiera, así como de una evaluación de un sitio exacto de disposición final en el municipio de Condega, departamento Estelí. Son muy marcadas las principales debilidades tales como capacidad técnica para integrar el diagnóstico y las iniciativas en un plan estratégicos y proyectos técnicos.

Dado que la comuna no tiene capacidad de recolectar todos los residuos del municipio y la disposición final de los mismos se realiza en un botadero a cielo abierto ubicado a 4 km del casco urbano.

En síntesis, la municipalidad no cuenta con un servicio adecuado para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. En función de

estos justos reclamos, las autoridades municipales han empezado a tomar acciones con la finalidad de atenuar los efectos negativos de esta mala práctica.

Las alternativas que se vienen ofreciendo para resolver este problema parten hoy de un enfoque de gestión integral y ponen mucho énfasis en la sostenibilidad de las soluciones. Al mismo tiempo, tratan de estar enmarcadas dentro de los instrumentos legales existentes en el país (Vílchez & Moraga, 2010).

La gestión de residuos sólidos, especialmente lo relaciona con la disposición final, es una tarea compleja que se ha convertido en un problema de las municipalidades.

Por consiguiente, se elaboró un diagnóstico de residuos sólidos enfocado a la problemática de la producción, recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos y líquidos del municipio, así como una evaluación de impacto ambiental que se generará producto de las actividades de disposición final.

1.2 Antecedentes

Al finalizar la década de 1990 e iniciar el presente siglo, el tema de la gestión de los residuos sólidos ha ido ganando un lugar relevante en la agenda nacional de Nicaragua, lo cual se ha expresado en la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible 1996-2001 (ECODESNIC), mediante el planteamiento de consideraciones de política respecto al sector de residuos sólidos, el mejoramiento de los sistemas de recolección y disposición de basuras y la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos en los procesos productivos, dando prioridad a aquellos orientados al reciclaje, en dicha estrategia, se reconoce además, la importancia del mejoramiento de la capacidad institucional para el manejo de residuos peligrosos y de la educación ambiental en todos los niveles. A su vez, el manejo de los residuos quedó incorporado en la agenda del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PAANIC) para el quinquenio 2001-2005.

El municipio de Condega se encuentra ubicado en el Departamento de Estelí. La cabecera municipal está ubicada a 185 km al norte de Managua. Su extensión territorial es de 398 km², correspondiéndole el segundo lugar entre los seis municipios del departamento de Estelí (INTER 2018).

El municipio de Condega a dispuestos un sinnúmero de campaña de educación ambiental con un enfoque social, ya que este ostenta la categoría del municipio más limpio del departamento de Estelí, desde el año 2010 (Nuevo Diario 2012).

Todas estas campañas han tenido un enfoque social dejando la parte técnica a un lado como son: diseño de las rutas, disposición final y sistema de tratamiento para lixiviados.

1.3 Justificación

La importancia en la cual se fundamenta el diseño de un plan de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Condega, se presenta a continuación:

- Es necesario el mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias de la población urbana del municipio, mediante el diseño de un Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos, que permita, además, mejorar la calidad del servicio público de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el municipio.
- La mala disposición final de los residuos sólidos del municipio de Condega sobrellevó a la generación del botadero a cielo abierto teniendo las siguientes problemáticas ambientales:
 - Contaminación del suelo y aguas subterráneas.
 - Proliferación de los vectores.
 - Enfermedades; la falta de un diagnóstico por parte del Ministerio de Salud (MINSA) de las enfermedades producidas por el botadero del municipio y las afectaciones a las zonas aledañas a él.
- La aplicación eficiente de un plan integral de gestión ambiental para los residuos sólidos en el municipio, es importante para producir un efecto sinérgico positivo manifestado en, mejoras de: la imagen de la ciudad (estética), la calidad ambiental del área de disposición final de los residuos sólidos, la optimización de los recursos económicos y humanos de la municipalidad destinados a la prestación del servicio, y principalmente en el mejoramiento de la salud pública de la población en general.

La realización de esta investigación, se ubica dentro de la prioridad número 5 definida en el plan de acción contenido en la **Política Nacional sobre Gestión**

Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos de Nicaragua (2004 – 2023).

Los beneficios de la implantación del PIGARS – Condega son:

- Desarrollo de un proceso sostenido de mejoramiento de la cobertura y calidad del servicio de limpieza pública.
- Promoción y fomento dirigido al aprovechamiento y valorización de los residuos.
- Mitigación de los impactos ambientales negativos originados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- Promoción de mecanismos de participación de la población e instituciones claves en las iniciativas del mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos.
- Incremento de los niveles de educación ambiental en la población.
- Oportunidad de implementar modelos de gestión de recursos humanos “Estructuras Gerenciales” apropiadas para la gestión ambiental de los residuos sólidos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar el Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos y rurales de Condega departamento de Estelí.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Clasificar (físico y química) los residuos sólidos domiciliarios generados en el área urbana y rural desde un punto de vista de la producción per-cápita y composición física; a fin de estimar los volúmenes de producción de los mismos.
2. Presentar un plan de acción orientado a garantizar una gestión adecuada, eficaz y eficiente de los residuos sólidos generados en el área urbana y rural del municipio; a fin de prevenir y reducir los riesgos para la salud pública y el ambiente.
3. Concretar una propuesta de disposición final de residuos sólidos y sub productos considerando aspectos técnicos y operativos del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del área urbana y rural de Condega.
4. Realizar presupuesto de las obras de diseño de disposición final basado en la guía de costos FISE.
5. Realizar un Estudio de Impacto Ambiental del sitio de disposición final aplicando normativas vigentes.

A decorative graphic consisting of a dashed gold circle. A solid gold bracket is positioned on the right side of the circle. A horizontal bar is overlaid on the circle, with a black bracket on the left side. The text 'CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO' is centered within the bar.

*CAPÍTULO II.
MARCO TEÓRICO*

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El presente marco de referencia estará sustentado en los residuos sólidos domiciliarios y sub productos de acuerdo a la Norma Técnica Ambiental para el Manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no-peligrosos (NTON 05014-01).

2.1 Residuos Sólidos

Material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, el dueño se convierte por ende en generador de residuos. Desde el punto de vista legislativo lo más complicado respecto a la gestión de residuos, es que se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los actores involucrados (esencialmente generador y fiscalizador).

2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos

Un residuo es definido por estado según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos desde este punto de vista sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado: por ejemplo un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es intrínsecamente un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

En general un residuo también puede ser caracterizado por sus características de composición y generación.

2.2.1 Clasificación por tipo de manejo

Se puede clasificar un residuo por presentar algunas características asociadas a manejo que debe ser realizado:

Desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos:

a) Residuo peligroso: La contaminación producida por la generación de residuos peligrosos industriales y domésticos constituye la debilidad de una civilización que ha promovido el crecimiento económico y la industrialización como prototipos de la modernización y del progreso económico. Este mal llamado desarrollo se ha realizado a costa de la extracción y destrucción acelerada de ecosistemas y recursos naturales, con una gran ineficiencia energética, y con el uso excesivo de materiales peligrosos y sustancias tóxicas en procesos productivos que generan consecuentemente un enorme volumen de residuos peligrosos.

Un residuo peligroso es considerado aquel desecho que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad, puede presentar un riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al ambiente.

Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

b) Residuo inerte: Por residuo inerte se entiende el residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana; la lixiviabilidad, la cantidad de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes en el caso de un residuo inerte. Ejemplos de residuos que con carácter general pueden considerarse inertes son: escombros, tierras, ladrillos refractarios y la chatarra.

c) Residuo no peligroso: De acuerdo a la NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS, todos aquellos desechos o combinación de desechos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos. Dentro de los desechos no peligrosos están: Desechos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles. **(NTON 05 013-01).**

2.3 Factores que afectan las tasas de generación de los desechos

Los factores que afectan las tasas de generación de desechos sólidos son:

2.3.1 La reducción en origen y las actividades de reciclaje

Reducción en el origen: La reducción de desechos puede realizarse a través de diseños de, fabricación y embalaje de productos con un contenido toxico mínimo, volumen mínimo del material y una vida útil más larga. La reducción de desechos también puede realizarse en la casa o en las instalaciones comerciales e industriales mediante formas de compra selectiva y reutilización de productos y materiales.

Extensión del reciclaje: La existencia de programas de reciclaje dentro de una comunidad afecta definitivamente a las cantidades de desechos recolectados para su procesamiento adicional o evacuación.

2.3.2 Las actitudes públicas y la legislación

Actitudes públicas: Últimamente, se producen reducciones importantes en las cantidades generadas de desechos sólidos, cuando la gente está dispuesta a cambiar su propia voluntad sus hábitos y estilos de vida para conservar los recursos naturales y para reducir las cargas económicas asociadas a la gestión de desechos sólidos. Un programa de educación continuo es esencial para conseguir un cambio en las actitudes públicas.

Legislación: quizás el factor más importante que influye en la generación de desechos es la existencia de normativas locales y estatales que tratan del uso específico de materiales.

2.3.3 Los factores físicos y geográficos

Los factores físicos y geográficos que afectan las cantidades de desechos generados y recolectados incluyen: localización, temporada del año, uso de trituradoras doméstico de cocina, frecuencia de recolección de desechos y características de la zona de servicio.

Una manera de reducir la cantidad de desechos sólidos que tienen que ser evacuados sería la disminución de las materias primas e incrementar la tasa de recuperación y reutilización de materiales. Sin embargo, esto no es práctico en las sociedades actuales y solo se hace parcialmente. La generación de desechos sólidos está en función de la población, la producción per-cápita y la composición físico-Química.

Las medidas para cuantificar las cantidades de desechos producidos se expresan en términos de volumen y peso. En términos de volumen es menos expresado por que está relacionado con el grado de compactación o con el peso específico de los desechos sólidos bajo sus condiciones de almacenamiento y sus mediciones son pocas precisas. Mientras que el peso es la única base exacta para los registros de los datos, debido a que se pueden medir directamente en tonelajes, independientemente del grado de compactación. También son útiles los registros en peso en el transporte de los desechos sólidos, ya que la cantidad que puede ser transportada, generalmente está restringida por los límites de peso de los ejes del vehículo y en las carreteras. Por otra parte, el volumen y el peso son de igual importancia respecto a la capacidad de los rellenos sanitarios.

Las unidades de expresión más común utilizadas para sus tasas de generación:

Doméstico: (Kg/hab/día o Kg/manzanas/día), Comercial: (Kg/cliente/día o Kg/\$/día)

Agrícola: (Kg/cantidad de Kg de producto terminado/unidad de tiempo)

2.4 Métodos comunes para estimar la cantidad de desechos sólidos

La importancia para calcular la tasa de producción es adquirir datos que se puedan utilizar para determinar la cantidad total de desechos sólidos a ser manejados en un determinado sitio o lugar.

Análisis del número de cargas: Es utilizado para determinar las cantidades de desechos sólidos se anotan el tipo, peso, y volumen estimado de los desechos llevados por cada vehículo durante el periodo de tiempo especificado. Si se dispone de báscula se pesan los vehículos vacíos y llenos de desechos para conocer el peso de real de desechos que transporta cada vehículo. Si no hay báscula, los valores de peso específico medio se utilizan para estimar el volumen.

2.5 Importancia de la obtención de datos de la caracterización de los desechos sólidos

Para corregir las inconsistencias encontradas en el sistema de recolección, transporte, transferencia, selección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos se precisa realizar una caracterización de los residuos sólidos, instrumento que permita tener datos precisos sobre la calidad y cantidad de los referidos residuos y de esta manera ofrecer instrumentos de mitigaciones con mayor eficiencia.

Los datos de la caracterización constituyeron uno de los estudios básicos (Instrumento de gestión) para ejercer control sobre la generación de los residuos sólidos, y de las demás etapas que comprenden el proceso de manejo integral de los residuos sólidos.

La caracterización de los Residuos Sólidos, como ya se ha mencionado, es un estudio básico que ofrece parámetros tales como PPC, Cantidad y calidad de DS generadas, densidad sobre los cuales se puede actuar para el control de la generación de los Residuos Sólidos. A partir de ellos se elabora los instrumentos de control y de gestión de las distintas etapas del proceso de manejo integral de los Residuos Sólidos.

Es necesario conocer algunas de las propiedades de los residuos para prever y organizar los sistemas de pre-recogida, recogida y tratamientos finales de recuperación o eliminación, y para decidir sistemas de segregación en el caso de los residuos que generen riesgos especiales para el medio ambiente.

2.6 Composición de los desechos sólidos

Composición es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basados en porcentajes por peso.

El conocimiento sobre la composición y cantidad de desechos sólidos generados por una población determinada es la información fundamental utilizada en la evaluación de alternativas sobre las necesidades de equipos, sistemas, planes y programas de manejo, especialmente en lo que respecta a la implementación de opciones para la disposición y recuperación de materiales y/o energía de los desechos.

Por simples observaciones se pueden notar las variaciones en cantidad y características de los desechos generales en una vivienda. Eso mismo puede observarse a nivel municipal. Estas variaciones, originadas principalmente por el desarrollo socioeconómico de la población, su crecimiento, sus costumbres y las condiciones climáticas, hacen que los parámetros medidos a través de los diferentes análisis realizados a los desechos, también tengan sus respectivas variaciones, aún dentro de una misma localidad.

Resulta entonces muy difícil predecir la modalidad de los cambios y los cambios mismos que se están presentando y que se presentarán en el futuro en lo que a cantidad y características de los desechos generados en una localidad determinada se refiere.

Visto de esta manera, los resultados obtenidos en la determinación de la composición física y química tienen algunas limitaciones en su uso para el pronóstico de las cantidades y composición de los desechos sólidos en el futuro.

Estos resultados son verdaderamente útiles a las autoridades locales para los fines mencionados en el primer párrafo, pero siempre sujetos a las múltiples causas de cambios que pueden afectarlos.

Esta multicausalidad de cambios indica a las autoridades que debe hacerse un uso flexible de los datos disponibles sobre los desechos. La falta de técnicas para el análisis de desechos que estén normalizadas a nivel internacional, inclusive a nivel nacional en muchos países, limita la realización de estudios comparativos entre localidades y países que realmente contribuyan a la definición de políticas y estrategias de amplia aplicación en la utilización de datos básicos de los desechos sólidos para efectos de planeación y organización adecuadas del servicio de aseo urbano.

2.7 Densidad de los desechos sólidos

La densidad de los desechos sólidos varía substancialmente con la ubicación geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento. Esto indica que debe tenerse mucho cuidado con la selección de valores típicos de densidad. Los datos densidad son necesarios para evaluar la masa total y el volumen de agua a manejar.

Desafortunadamente hay poca o ninguna uniformidad en la manera cómo se han reportado las densidades, debe especificarse las condiciones y lugar en que fue obtenido (basura suelta o compactada, ya sea en recipientes, camiones, relleno sanitario, entre otros).

La densidad de los sólidos rellenos depende de su constitución y humedad, porque este valor se debe medir para tener un valor más real. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.

2.8 Propiedades y/o características

La composición física de los desechos sólidos se determina básicamente por cuatro análisis:

- La identificación de los componentes individuales.
- Análisis de tamaño de las partículas.
- Determinación del contenido de humedad.
- Determinación de la densidad.

a) Componentes individuales

Los componentes individuales de los residuos sólidos dependen fundamentalmente del tipo de fuente generadora, así los desechos sólidos domésticos constan generalmente de papel, cartón, envases de alimentos, vidrio, latas, plásticos, restos de alimentos, trapo, restos de jardinería y otros, encontrándose algunas veces muebles, refrigeradoras y otros residuos voluminosos (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

La basura recogida de calles, parques, plazas y otros sitios públicos consiste en su mayor parte de pedazos de papel, restos de cigarrillos, tierra, arena, excrementos de animales, hojas de árboles y otros detritos tirados por la población; dependiendo de las atribuciones del organismo responsable por la limpieza urbana puede también consistir de restos de poda de árboles y limpieza de terrenos, y de animales muertos.

En su mayoría los estudios realizados sobre los componentes individuales no han seguido los mismos criterios en la selección de los componentes que caracterizan los desechos sólidos municipales. Los componentes individuales se expresan en porcentajes (por peso o por masa). Expresar tales porcentajes de manera precisa resulta muy difícil, por cuanto, por una parte, es difícil obtener una muestra representativa debido a la naturaleza miscelánea del material y por otra a que

existen variaciones locales y estacionales en la composición de los desechos (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Por tal motivo la distribución de los componentes es un factor crítico en el proceso particular de decisiones de manejo de desechos. De ser posible, se debe realizar un estudio especial para determinar la composición de los desechos. Aún entonces puede ser imposible obtener una evaluación exacta de la composición a menos que sea analizado un número prohibitivamente grande de muestras.

b) Tamaño de las partículas

El tamaño de los materiales componentes de los desechos sólidos es de singular importancia en la recuperación de materiales, especialmente con medios mecánicos tales como cribas y separadores magnéticos.

c) Contenidos de humedad

El contenido de humedad de los desechos sólidos puede variar entre 15 y 40%, dependiendo de la composición de los desechos, la estación del año, y las condiciones de humedad y meteorológicas, particularmente la lluvia.

El contenido de la humedad generalmente se expresa como el peso de humedad por unidad de peso de material húmedo o seco. En el método de medida en peso húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso seco del material, ver tabla 1.

Tabla 1.Contenido de humedad por componente

COMPONENTE	PORCENTAJE DE HUMEDAD	
	RANGO	TÍPICO
Desechos de alimentos	50 – 80	70
Papel	4 - 10	6
Cartón	4 - 8	5
Plástico	1 - 4	2
Textiles	6 - 15	10
Caucho	1 - 4	2
Cuero	8 - 12	10
Desechos de jardín	30 - 80	60
Madera	15 - 40	20
Vidrio	1 - 4	2
Envases de hojalata	2 - 4	3
Metales no ferrosos	2 - 4	2
Tierra, ceniza, entre otros.	6 - 12	8
Desechos sólidos municipales	15 – 40	20

Fuente: Jacotín, 2015

2.9 Gestión del servicio de aseo publico

En la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92) realizada en 1992 en Brasil, se estableció que el manejo de los residuos debe incluir la minimización en la producción, la separación, el reciclaje, la recolección, el tratamiento biológico, químico, físico o térmico y la disposición final adecuada. También se reiteró, que cada país y cada ciudad deberá establecer sus programas para lograr lo anterior, de acuerdo a sus condiciones locales y sus capacidades económicas y sociales, de conformidad con las metas a corto y mediano plazo.

2.9.1 El aseo urbano consta fundamentalmente de las siguientes actividades:

Generación: Cualquier persona o institución cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una institución usualmente se vuelve generadora cuando sus actividades y procesos dan como resultado un residuo o cuando no utiliza más un material (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Separación: Es el proceso de agrupación de los residuos no seleccionados a través de medios manuales y/o mecánicos para transformar residuos heterogéneos en diferentes grupos relativamente homogéneos. Es recomendable hacer este proceso en la fuente de origen de los residuos y no en el vehículo de recolección o la estación de transferencia (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Almacenamiento temporal: Es la forma en que los residuos son acumulados durante un tiempo determinado antes de su recolección. Los recipientes utilizados para el almacenamiento temporal están en función del tipo de recolección a realizarse (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Barrido de calles: Existen dos formas de realizar el barrido de calles, de forma manual y mecánica. El barrido mecánico requiere de mano de obra calificada, buen estado físico de las calles y un servicio adecuado de mantenimiento. A diferencia del barrido manual, que es empleado en todo el país, a pesar de sus bajos rendimientos ya que sólo se limita a las principales calles (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Recolección y transporte: Es aquel medio que recoge el residuo y lo lleva a un sitio de transferencia, botadero a cielo abierto o disposición final (CEPIS/OPS/OMS, 2004).

Tratamiento y disposición final: El tratamiento, incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Estos pueden ser: pre-tratamiento mecánico (trituration y compactación) tratamiento térmico (incineración, pirolisis y gasificación) tratamiento biológico (compostaje, Lombricultura y digestión anaerobia o mecanización). Respecto a la disposición final, la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario manual y/o mecanizado (NTON 05 014-02, 2002).

Tratamiento y disposición sanitaria final de los residuos sólidos, siendo esta última imprescindible en el manejo de los residuos. Las tres primeras actividades son responsabilidad del usuario o generador de los residuos sólidos, las demás son

competencia del municipio o de la empresa encargada de este servicio. En los países en desarrollo, el aseo urbano es uno de los problemas de saneamiento del medio que está exigiendo una mayor atención por parte de las autoridades gubernamentales, así como de las entidades de financiamiento y de investigación.

De acuerdo a Lacayo (2010), argumenta que la mala calidad de los servicios de aseo urbano se debe a que:

- La solución al problema ha sido frecuentemente entregada a personal sin capacitación o a políticos, sin la debida preparación técnica.
- No se ha tomado en cuenta que éste es un problema que exige conocimientos, investigaciones, estudios, proyectos y construcciones o instalaciones adecuadas, bien operadas y mantenidas.
- Existe la creencia común de que los residuos sólidos encierran riqueza.
- Existen limitaciones económicas por parte de los municipios, contándose con exiguos recursos financieros destinados a la limpieza pública.
- Tradicionalmente, las autoridades le han dado poca importancia a este servicio público.

2.10 Sistema de disposición final inadecuado

Dado que el destino de la mayor parte de los residuos que se recolectan ha sido por lo general un botadero a cielo abierto, dichos botaderos se han constituidos en sitios contaminantes y en un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos; lo cual, asociado a la quema frecuente de basura, está teniendo implicaciones graves para la calidad del suelo, el agua, el aire y las cadenas o redes alimentarias, esta tiene repercusiones también sobre la salud de la población.

Actualmente la población está mostrando patologías que bien se pudieran derivar del deterioro ambiental, así como el proceso de urbanización que genera marginalidad, depuración y hacinamiento. Como resultado, se producen

fenómenos agudos de contaminación biológica por sustancias y residuos químicos potencialmente peligrosos para la salud.

El deterioro de la situación del saneamiento básico, en particular; continúa ejerciendo presiones significativas sobre la salud de la población, en la que persisten altas tasas de mortalidad por enfermedades transmisibles ligadas al medio, propias de los países en vías de desarrollo, algunas de estas se muestran en la tabla 2. La basura facilita la proliferación de artrópodos y roedores que pueden ser vectores de enfermedades importantes, además de generar mal olor y afectar los valores escénicos.

Tabla 2. Enfermedades relacionadas con RSM transmitidas por vectores

Vectores	Formas de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	Mordisco, orina y heces Pulgas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis
Moscas	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea Salmonelosis Cólera Amibiasis Disentería Giardiasis
Mosquitos	Picadura del mosquito hembra	Malaria Leishmaniosis Fiebre amarilla Dengue Filariasis
Cucarachas	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea Heces Cólera Giardiasis
Cerdos	Ingestión de carne contaminada	Cisticercosis Toxoplasmosis Triquinosis Teniasis
Aves	Heces	Toxoplasmosis

Fuente: DESA/UPMG, 2005.

Así mismo estaban los residuos sólidos peligrosos, especialmente los hospitalarios e industriales merecen consideración especial, que son depositados en los botaderos sin ningún tipo de control ni tratamiento, conllevando a enfermedades tipo infectocontagiosas a las personas que trabajan con los residuos y otros que visitan las aéreas donde se depositan los mismos.

Por lo tanto, podemos definir como un sistema inadecuado como:

2.11 Botadero a cielo abierto

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno.

Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, entre otros. Ahí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos (Morales, 2014).

Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores (Morales, 2014).

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de persona que concurren a estos sitios (Morales, 2014).

En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible.

Para resolver los problemas del sistema descrito anteriormente como inadecuado se ha implementado un sistema adecuado como es el siguiente.

2.12 Relleno Sanitario

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica (Morales, 2015).

Hace poco menos de un siglo, en Estados Unidos, surgió el relleno sanitario como resultado de las experiencias, de compactación y cobertura de los residuos con equipo pesado; desde entonces, se emplea este término para aludir al sitio en el cual los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control (morales, 2016)

Una vez expuesto el sistema adecuado definiremos los tipos de relleno sanitario que se propone:

2.12.1 Relleno sanitario semi mecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar *semi mecanizado* (Ilustración 1).

Ilustración 1.- Equipo para Relleno Sanitario Semi mecanizado



Fuente: Jaramillo, 2002

Una vez definido el tipo de relleno sanitario se deberá seleccionar el método constructivo.

2.12.2 Métodos constructivos de un relleno sanitario

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. De acuerdo Jaramillo (2012), existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

a) Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor

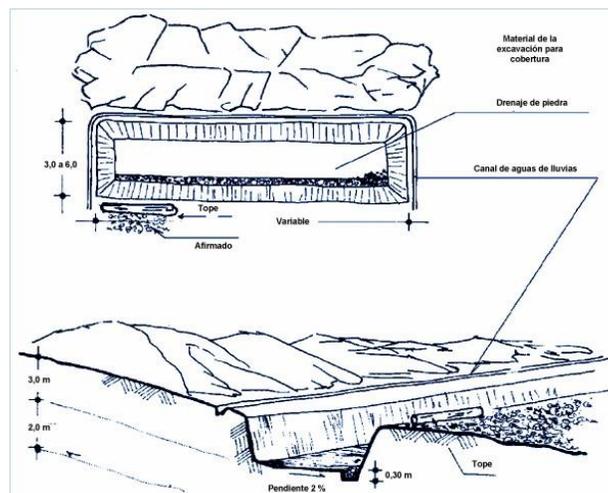
de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad.

Los RSM se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación Ilustración 2.

Ilustración 2.- Método de Trinchera

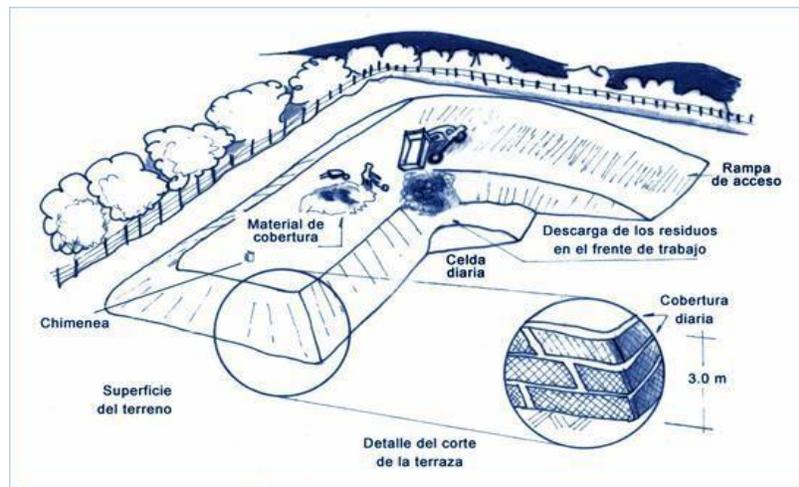


Fuente: Jaramillo, 2012

b) Método de área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno Ilustración 3.

Ilustración 3.- Método de Área



Fuente: Jaramillo, 2012

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

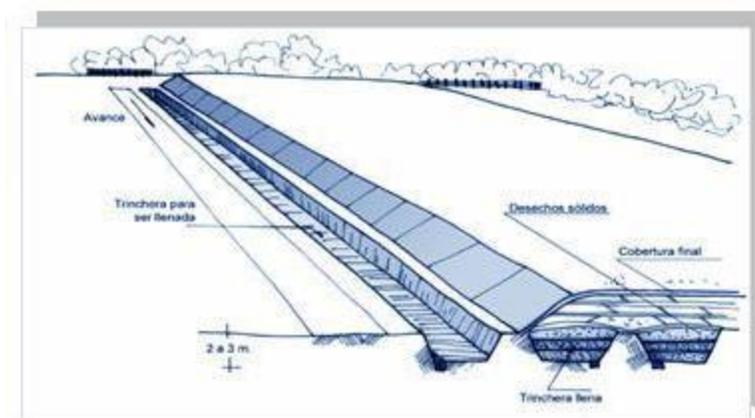
El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a

26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

c) **Combinación de ambos métodos**

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados.

Ilustración 4. Método combinado



Fuente: Jaramillo, 2012

Toda ciudad o pequeña localidad debe contar con un relleno sanitario propio o de un municipio cercano para disponer sus RSM. De lo contrario, se seguirá favoreciendo la práctica irresponsable del botadero a cielo abierto en su territorio.

Con la elección del método constructivo que mejor se aplique a la zona en donde se desea construir deberá de contar con los elementos principales con los que debe contar.

2.12.3 Elementos principales de un relleno sanitario

De acuerdo a Jaramillo (2012), en su manual de diseño de rellenos sanitarios para pequeñas municipalidades define los siguientes elementos:

- a) **Suelo de soporte:** Debe ser lo suficiente impermeable para evitar que los lixiviados se infiltren hacia cursos de aguas subterráneas y para facilitar su captación. Como medida de protección ambiental, es recomendable impermeabilizar el suelo de fondo con material arcilloso técnicamente compactado y/o utilizar otros materiales impermeabilizantes para estos fines.

- b) **Zanjas para drenaje pluvial;** Interceptan las aguas de precipitaciones y las desvían antes de que tomen contacto con la masa de basura, evitando de esta manera que se contamine y que perjudiquen la estabilidad del relleno, contribuyendo de esta manera a que no se incremente el caudal de los lixiviados.

- c) **Drenes de lixiviados:** Permiten captar y conducir estos líquidos hacia un tanque de almacenamiento.

- d) **Sistema de almacenamiento de lixiviado:** Todos los líquidos captados por los drenes de lixiviados, son descargados en un tanque, de almacenamiento para posteriormente ser tratados y recirculados hacia la parte alta del relleno.

- e) **Material de cobertura:** Sirve para tapar los residuos sólidos con el objetivo de neutralizar los malos olores y eliminar la presencia de vectores como pueden ser roedores y moscas.

- f) **Conductos de gases:** Posibilitan la salida de los gases especialmente del biogás que se origina en el interior del relleno, el cual puede ser aprovechado en el propio relleno o en las comunidades aledañas.

- g) **Pozos de monitoreo de aguas subterráneas:** Instaladas en puntos estratégicos para controlar y validar la gestión de los lixiviados.

- h) **Área del terreno:** El terreno debe de ser lo suficientemente grande como para garantizar una vida útil del relleno de por lo menos 20 años.

- i) **Franja de protección ambiental:** sirve para mejorar la estética del relleno y como cortina de aislamiento visual de las operaciones que se ejecutan en el interior del relleno.
- j) **Cercas perimetrales:** sirve para dar seguridad al relleno e impedir el ingreso de personas extrañas o animales domésticos, que perjudican el normal desarrollo de las labores de los equipos.

Con la definición de los elementos del relleno sanitario tendremos los pasos necesarios para un diseño adecuado.

2.12.4 Reacciones que ocurren en un relleno sanitario

Según Jacotín (2015), para planear y diseñar rellenos sanitarios eficazmente, es importante comprender lo que sucede dentro de un relleno sanitario después de concluir las operaciones de llenado. Los desechos sólidos colocados en un relleno sanitario están sometidos a un número de cambios biológicos, físicos y químicos simultáneos. Los siguientes están entre los más importantes de estos cambios:

a) Cambios físicos, químicos y biológicos

Los RSM depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados.

b) Cambios físicos

Los cambios físicos más importantes están asociados con la compactación de los RSM, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo, y con los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

El movimiento de gases es de particular importancia para el control operacional y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, lo que permite el ingreso de agua de lluvia al interior del relleno sanitario, lo que provoca mayor generación de gases y lixiviados. Lo anterior contribuye a que se produzcan hundimientos y asentamientos diferenciales en la superficie y que se desestabilicen los terraplenes por el mayor peso de la masa de desechos.

c) Reacciones químicas

Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSM, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas. (La importancia de la descomposición de los productos orgánicos reside en que estos materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del botadero de basura con los lixiviados.)

d) Reacciones biológicas

Las más importantes reacciones biológicas que ocurren en los rellenos sanitarios son realizadas por los microorganismos aerobios y anaerobios, y están asociadas con la fracción orgánica contenida en los RSM. El proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia); una vez que los residuos son cubiertos, el oxígeno empieza a ser consumido por la actividad biológica. Durante esta fase se genera principalmente bióxido de carbono. Una vez consumido el oxígeno, la descomposición se lleva a cabo sin él (fase anaerobia): aquí la materia orgánica se transforma en bióxido de carbono, metano y cantidades traza de amoníaco y ácido sulfhídrico.

e) Generaciones de líquidos y gases

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos.

Líquido Lixiviado: la descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los RSM, de ahí que sea importante interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado; de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación en las corrientes y nacimientos de agua y pozos vecinos.

Gases: un relleno sanitario se comporta como un digestor anaerobio. Debido a la descomposición o putrefacción natural de los RSM, no solo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas: aerobia y anaerobia.

La **aerobia** es aquella fase en la cual el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumido rápidamente.

La **anaerobia**, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, de ahí que se produzcan cantidades apreciables de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), así como trampas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco (NH_3) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15%

en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir.

Cuando el gas metano se acumula en el interior del relleno y migra a las áreas vecinas, puede generar riesgos de explosión. Por lo tanto, se recomienda una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo.

f) Hundimientos y asentamientos diferenciales

En el relleno sanitario se producen también hundimientos (asentamientos uniformes o fallas) que son el problema más obvio y fácil de controlar con una buena compactación; además, asentamientos diferenciales en la superficie, que con el tiempo originan depresiones y grietas de diversos tamaños, lo que causa encharcamientos de agua y un incremento de lixiviados y gases. Estos problemas dependen de la configuración y altura del relleno, del tipo de desechos enterrados, del grado de compactación y de la precipitación pluvial en la zona.

Una vez determinados las reacciones a la cual estará expuesto el relleno sanitario tendremos el diseño de los canales.

2.12.5 Canales ciegos

Los canales ciegos contribuyen a la reducción de la carga contaminante de los lixiviados de los procesos físicos y biológicos. Con respecto al movimiento del lixiviado, dos problemas son de interés: el primero es la tasa a la cual el lixiviado filtra desde el fondo del relleno hacia el agua subterránea en la superficie del acuífero; el segundo es la tasa a la cual el agua del acuífero superficial se mueve dentro del acuífero rocoso. Es por esto que se propone diseño de canales.

a) Tratamiento de los canales ciegos

Las sustancias líquidas y disueltas y con menos facilidad las sustancias insolubles, depositadas en las trincheras tienden a percolar y escurrir por la masa de

desechos sólidos y enseguida por el suelo. Sustancias gaseosas no disueltas, generalmente menos densas que el aire, o por fuerza de la presión interna tienden a salir de la atmosfera, dentro de los gases podemos mencionar al sulfhídrico (olor repugnante) y el metano (inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción del 5 al 15%).

El lixiviado tiene un movimiento vertical sobre toda la masa de los desechos y posteriormente se desplaza lateralmente hasta la pata de los taludes de las plataformas que conforman el relleno sanitario o sea hasta el canal de conducción del percolado, el lixiviado que cae en el canal se almacena hasta que se rebasa la capacidad de su volumen, se vierte por rebose a las líneas de conducción hasta llegar al sitio donde está ubicado otro sistema de tratamiento probablemente una fosa séptica.

La cantidad de lixiviado producida es mínima debido a las características propias del relleno sanitario manual donde los volúmenes de desechos depositados diariamente son pocos por esto es de suponer que las velocidades de flujo son mínimas pasando largos periodos de retención durante el cual los microorganismos adheridos a la superficie del lecho de piedra mejoran la calidad de percolado.

El lixiviado durante su paso por la masa de desechos sufre una serie de transformaciones químicas con los elementos que conforman los desechos sólidos. Los canales ciegos están hechos para reducir la carga contaminante de los lixiviados mediante procesos físicos y biológicos.

La filtración en los canales ciegos es un proceso de mejoramiento de la calidad del lixiviado que consiste en hacerlo pasar a través del lecho poroso del medio filtrante, durante este proceso este paso la calidad del lixiviado mejora considerablemente por la reducción del número de microorganismos (bacterias, virus, quistes) eliminación de una parte de la materia en suspensión y de materia coloidal.

Los canales están constituidos por material granular de diámetro mínimo 0.10m y menor que 0.20 m aproximadamente según Collazos (2005). El tamaño del lecho filtrante en el canal depende básicamente de la naturaleza del medio, la concentración y tipo de agua residual por tratar. Los canales están diseñados para que el líquido percolado permanezca largos periodos de retención para mejorar su calidad por la actividad biológica adherida a la superficie del lecho filtrante, el agua que sale del canal es el exceso o remanente mediante rebose.

b) Mecanismo de filtración de los canales ciego

La filtración es considerada como el resultado de dos mecanismos distintos transporte y adherencia inicialmente las partículas a removerse son transportadas de la suspensión a la superficie del lecho filtrante durante el desplazamiento del líquido percolado, es de suponer que las partículas permanecerán adheridas al lecho filtrante porque las fuerzas de cizallamiento debido a las condiciones hidrodinámicas del flujo son mínimas, las velocidades de desplazamiento y de descarga son bajas debido fundamentalmente a que el volumen de lixiviado en la trinchera es mínimo y la viscosidad es alta debido a su origen y reacciones con todo tipo de materia orgánica e inorgánica durante su recorrido, la adherencia de partículas y de granos es básicamente un fenómeno de acción superficial influenciado por parámetros físicos y químicos.

El transporte de las partículas es un fenómeno físico e hidráulico, en función de las características del lixiviado y el medio filtrante.

Otros de los procesos más importantes que ocurren en los canales de lixiviado es la sedimentación que es la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión en el fluido y que tienen un peso específico mayor que el del fluido, estas partículas depositadas en el fluido y que tienen un peso específico mayor que el del fluido, por parte de las bacterias en condiciones anaerobias.

c) Medio filtrante

El medio filtrante recomendado es un material que posee una elevada área superficial por unidad de volumen que sea duradero, económico y que no se obstruya fácilmente, el material recomendado por los ingenieros que se dedican al diseño de estas unidades de tratamiento suele ser piedra silíceo o de cuarzo de 0.10 m a 0.20 m de diámetro aproximadamente, nunca se debe usar piedra de tipo calcárea ya que se disuelve al paso de los líquidos.

Este diámetro (0.10 m – 0.20 m) es escogido para evitar la obstrucción del medio filtrante o sea que existan espacios suficientes o relación de vacíos para el paso de los lixiviados a través del medio, es de suponer que las piedras con diámetro menos no proporcionarían suficiente relación de vacíos al flujo que atraviesa el lecho provocando obstrucción del medio filtrante.

El comportamiento mecánico e hidráulico del lecho de piedras en el canal ciego queda definido principalmente por las características de compacidad y orientación (forma) de las partículas, el término compacidad se refiere al grado de acomodo de las piedras dejando una adecuada relación de vacíos garantizando la ausencia de obstrucción del lecho, esto lo proporciona el tamaño de la piedra señalada.

Los lechos filtrantes se han utilizados durante mucho tiempo en el tratamiento de aguas residuales y han adquirido reputación de estabilidad de operación y sencillez de diseño. Sin embargo, son difíciles de modelar, tanto a escala de laboratorio como matemáticamente, es difícil pronosticar el funcionamiento de determinado sistema. Esto constituye una desventaja cuando el efluente tratado debe alcanzar una calidad prescrita.

d) Sistema de película biológica

En la superficie del lecho se forma una película biológica que consta de una gran variedad de microorganismos muy activos que descomponen la materia orgánica.

La película biológica adherida a la superficie del medio filtrante constituye una característica de todo tipo de reactor biológico, los reactores de películas biológicas han estado en uso desde hace mucho tiempo para el tratamiento de las aguas residuales.

2.12.6 Operación

Jacotín (2012) refiere que el relleno sanitario se debe de llevar siguiendo un plan general de operaciones preestablecidas o bajo la guía de un manual de operaciones. El cual debe ser flexible para que el supervisor pueda actuar según su criterio cuando haya que resolver situaciones inesperadas.

a) Clausura del botadero municipal

Para la exitosa operación del sistema proyectado, se debe programar y clausurar el botadero tradicional del municipio, así como los demás botaderos existentes en la zona.

Para la operación de clausura del botadero, en lo posible se deben realizar las siguientes acciones:

- Hacer pública la clausura del botadero, anunciando que ya no se permitirá la disposición de basuras en el lugar e informar además a la comunidad sobre la existencia del relleno sanitario para que se dirijan al mismo y su ubicación para obtener su cooperación.
- En especial a los comerciantes, que esporádicamente generan gran cantidad de basuras y contratan a un particular para su disposición, informarles de la existencia del relleno sanitario, e indicarles que las depositen ahí.

- Colocar avisos informando a la ciudadanía las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas dictadas al respecto.
- Construir un cerco para impedir el ingreso de personas extrañas y de animales.

Realizar un programa de exterminio de roedores y artrópodos ver Ilustración 5. En esta actividad es importante la asesoría de la División de Saneamiento Ambiental de los Servicios de Salud. Si esta etapa no se realiza, es posible que esos bichos, al no disponer de guarida y alimento (por el enterramiento de las basuras), emigren a las viviendas vecinas, con los consiguientes riesgos y problemas.

Ilustración 5. Vectores del Botadero a cielo abierto



Fuente: Jaramillo, 2012

Inmediatamente después del exterminio, se procede a cubrir con tierra bien compactada todos los botaderos con una capa de 0.20 a 0.40 m de espesor, y se proveen los drenajes necesarios para evitar la erosión.

b) Control de operaciones

- Sembrar vegetación sobre la tierra de cobertura en toda el área.
- El control del ingreso de residuos sólidos (portería). Tabla 11.
- El control del flujo de vehículos (portería).
- La orientación del tráfico y descarga (plaza de operaciones).
- El descargue en el frente de trabajo (supervisor).
- El control del tamaño y conformación de las celdas, con su respectivo material de cobertura (supervisor).
- El buen mantenimiento de las herramientas y dotación de implementos de protección de los trabajadores (supervisor).
- La vigilancia para impedir el ingreso de animales y personas extrañas, y la excavación de materiales de los residuos sólidos en las celdas ya conformadas.

c) Mano de obra

En el relleno sanitario manual, como su nombre lo indica, todas las operaciones están basadas en el trabajo desarrollado por obreros del municipio o comunidad. El número de trabajadores necesarios depende de la cantidad de desechos sólidos a enterrar, de las condiciones del clima y del método de construcción del relleno entre otros, ver tabla 3.

Tabla 3.Control de operaciones

Día	Fecha	N.º de Viajes	Desecho Solido		Material de Cobertura en m3	Observación
			Volumen M3/día	Cantidad Kg/sem.		
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Vienes						
Sábado						
Domingo						
Total						

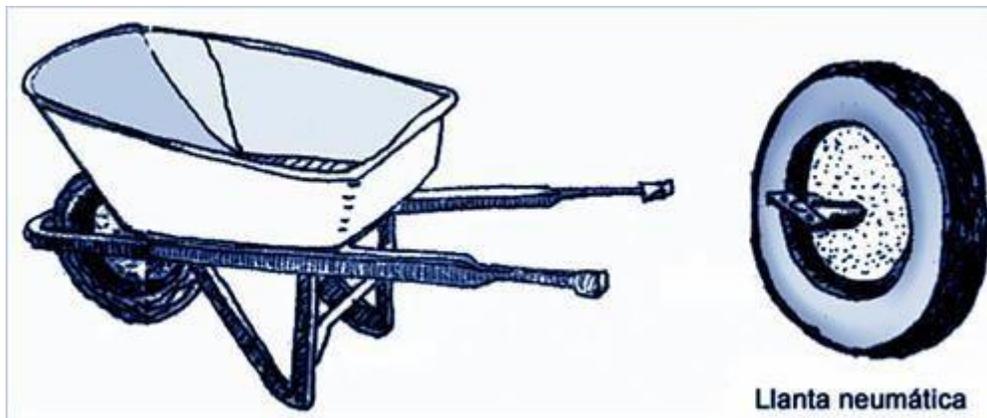
Fuente: Jaramillo, 2012

Es necesario contar además con un responsable o supervisor de aseo que tenga los conocimientos necesarios para dirigir esta obra en constante operación.

Herramientas

Para la operación del relleno sanitario manual, el equipo necesario se reduce al empleo de herramientas o utensilios de albañilería, tales como: carretillas de llanta neumática, palas, picas, azadones, barras, piones de madera, así como de horquillas o rastrillos y un rodillo compactador. Ver Ilustración 6,7, 8 y 9.

Ilustración 6.- Carretilla de llanta neumática



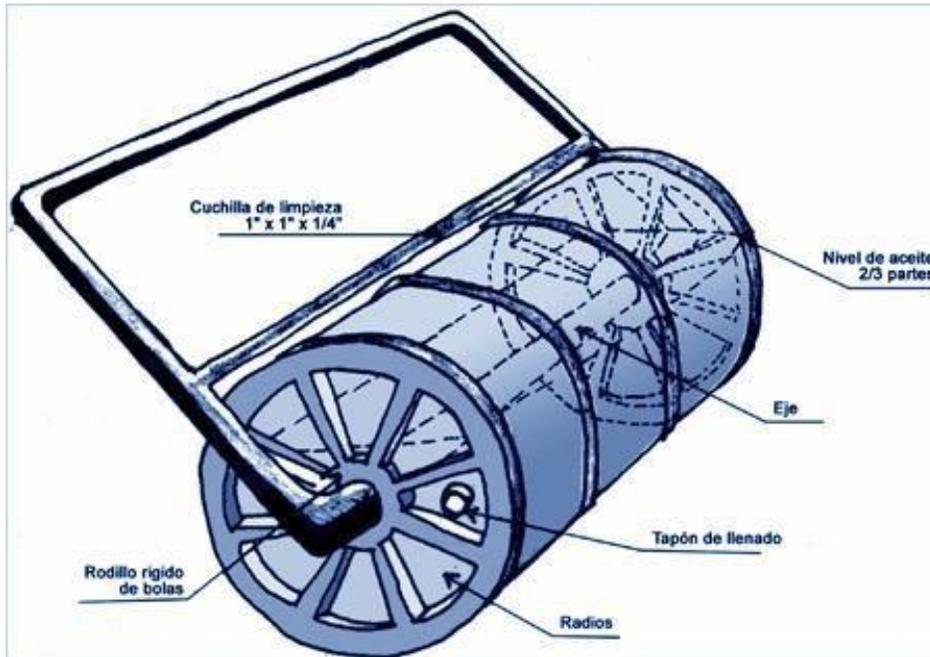
Fuente: Jaramillo, 2012

Ilustración 7.- Herramientas de trabajo



Fuente: Jaramillo, 2012

Ilustración 8.- Barril de 55 galones acondicionado como rodillo compactador

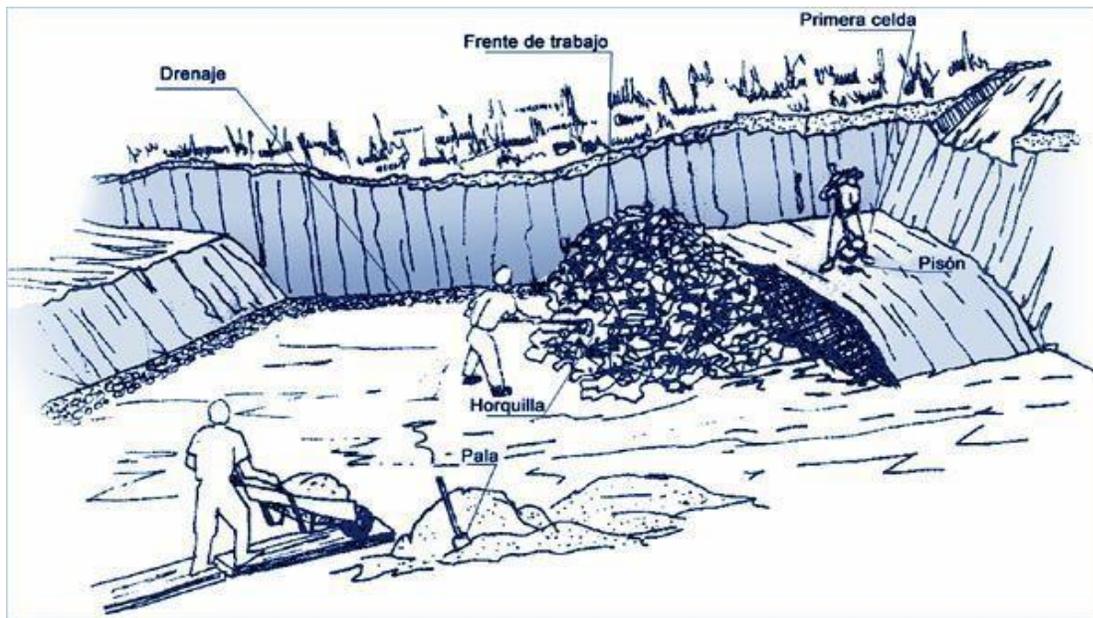


Fuente: Jaramillo, 2012

La cantidad de estas herramientas está en función del número de trabajadores, y éstos a su vez dependen de la cantidad de desechos sólidos a enterrar en el relleno.

Para el acarreo del material de cobertura o basura, sobre las celdas ya construidas se recomienda la colocación en la superficie del relleno de unos tablones en forma lineal para facilitar el desplazamiento de las carretillas, sobre todo en época de lluvias, mejorando así los rendimientos en la operación. Ver Ilustración 9.

Ilustración 9.- Movimiento de tierra y conformación de la celda primaria



Fuente: Jaramillo, 2012

2.12.7 Ventajas y riesgo de un relleno sanitario

De acuerdo a Jaramillo (2012), establece que todo sistema de tratamiento de desechos sólidos tendrá sus ventajas y limitaciones como descritas a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración, biometanización o de compost.</p>	<p>La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado, fenómeno conocido como NIMBY (<i>not in my back yard</i> „no en mi patio trasero”), por diversas razones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario. 2. Se asocia el término <i>relleno sanitario</i> al de botadero a cielo abierto. 3. La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra. 4. La falta de saneamiento legal del lugar.
VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.</p>	<p>El rápido proceso de urbanización, que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.</p>
<p>Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSM.</p>	<p>La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.</p>
<p>Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.</p>	<p>No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, entre otros.</p>
<p>Recupera gas metano en los rellenos sanitarios que reciben más de 500 t/día, lo que puede constituir una fuente alternativa de energía para algunas ciudades.</p>	<p>La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.</p>

<p>Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.</p>	<p>Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.</p>
<p>Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, entre otros.</p>	<p>Puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos.</p> <p>En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que Confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.</p>
<p>VENTAJAS</p>	<p>LIMITACIONES</p>
<p>Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.</p>	<p>Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.</p>
<p>Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.</p>	<p>En general, no puede recibir residuos peligrosos.</p>

Fuente: Jaramillo, 2012

2.13 Plan de manejo integral de residuos solidos

Es un instrumento de gestión que se obtiene como resultado de un proceso de planificación estratégica y participativa, que permite mejorar las condiciones de salud y ambiente en determinada ciudad o municipio. Para lo cual se establecen objetivos y metas de largo plazo (de 10 a 15 años), y desarrollan planes de acción de corto plazo (hasta 2 años) y mediano plazo (de 3 hasta 5 años), con la finalidad de establecer un sistema sostenible de gestión de Residuos sólidos. La formulación y ejecución del plan, ofrece tanto a las municipalidades e instituciones relacionadas con el tema, como a la población en general los beneficios siguientes:

- Facilita el desarrollo de un proceso sostenido de mejoramiento de la cobertura y calidad del sistema de gestión de residuos sólidos.
- Previene las enfermedades y mejora el ornato público.
- Promueve y fomenta el aprovechamiento y valorización de los residuos.
- Mitiga los impactos ambientales negativos originados por inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- iniciativas de mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos.
- Incrementa el nivel de educación ambiental en la población.
- Permite la instalación de estructuras gerenciales apropiadas para la gestión ambiental de los residuos sólidos.

2.14 Diagnostico situacional sobre la gestión de residuos sólidos y validación del mismo

En general, esta sección describe la forma como se debe realizar una evaluación integral del estado del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, con la finalidad de establecer el punto de partida al FIGARS.

a) Aspectos gerenciales, administrativo y financieros del servicio

La valoración y análisis, se realizó mediante la aplicación de diversos instrumentos y estrategias metodológicas, y ejecución de actividades aplicadas de manera secuencial y paralela durante el desarrollo del proceso.

Entre ellas las siguientes:

- Se analizó de manera crítica la información contenida en Manual de Organización y Funciones interno de la alcaldía municipal de Condega, prestando especial énfasis a las funciones específicas contempladas para el recurso humano, de la dirección de servicios públicos municipales.

Se hizo con el objetivo de disponer de elementos de juicio para sugerir como recomendación general, una eventual modificación a dicho manual, describiendo específicamente los puntos o aspectos que requieren ser modificados para alcanzar un mayor nivel de eficiencia, en cuanto a la administración y prestación del servicio en general.

- Aplicación de entrevistas a funcionarios públicos de la municipalidad ligada directa e indirectamente al servicio; cuyos resultados fueron el insumo principal para la definición inicial de los aspectos que integran el análisis FODA efectuado. El personal entrevistado fue seleccionado en base al manual de Organización y Funciones interno de la Alcaldía.
- Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazadas (FODA), integrando en un mismo análisis, los aspectos gerenciales, administrativos, financieros, técnicos y operacionales.
- Revisión de fuentes bibliográficas.

2.15 Establecimiento de los objetivos y alcances PIGARS

Los objetivos y alcances que regirán al PIGARS, serán diseñados en base a los resultados del diagnóstico situacional del servicio en sus aspectos gerenciales, administrativos, financieros y técnicos–operacionales, efectuado en el paso anterior.

Por consiguiente, el planeamiento de los objetivos y alcances del PIGARS, se centrarán específicamente en:

- La definición de un horizonte de planeación (tiempo) lo suficientemente largo, que permita el desarrollo sistemático de las diferentes actividades a integrar el plan de acción del PIGARS que podrá ser de 38 semanas.
- El establecimiento de un marco referencial “Visión” sobre el nivel de calidad del servicio público municipal que se desea alcanzar, incluidos aspectos ambientales y de salud pública.

2.16 Definición de alineamientos estratégicos

La definición de los lineamientos estratégicos que regirán el rumbo del plan de acción desarrollado, se realizarán en base a los resultados del diagnóstico situacional del servicio en sus aspectos gerenciales, administrativos, financieros, técnicos-operacionales; incluyendo los resultados obtenidos a partir del análisis FODA.

2.17 Formulación del plan de acción del PIGARS

La primera tarea para formular el plan de acción, será la identificación de aquellas acciones o actividades consideradas prioritarias para mejorar la calidad del servicio en sus diferentes aspectos; para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos. Lo anterior, se ejecutará en base a los principales problemas identificados en la fase de diagnóstico sobre los aspectos en cuestión.

El plan de acción para el manejo de los residuos en el municipio, está diseñado conforme a los lineamientos, objetivos y principalmente al plan de acción,

enmarcado en la **POLÍTICA NACIONAL SOBRE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS (2004-2023)**.

El respectivo plan de acción al PIGARS, será estructurado en una matriz, incorporando los siguientes criterios: Objetivos, Metas, Acciones o actividades, Indicador, Responsable, Periodo de ejecución, ver tabla 5.

Adicional a la formulación del plan de acción, se diseñará una estrategia para su implementación; ésta, será construida en base al análisis que se realizará con la información recopilada durante la fase de diagnóstico, al planteamiento de los objetivos y alcances del plan.

Tabla 5.Propuesta de PIGARS – Condega

							<p align="center">Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega</p>							
Lineamientos														
Objetivos														
Metas														
N°	Acciones	Indicadores	Unidad ejecutora	Actores	Periodo ejecución	de								

La estrategia de implementación diseñada, consiste básicamente, en proponer de manera puntual, algunas recomendaciones generales a ser ejecutadas por parte del Gobierno Municipal, tendientes a garantizar el cumplimiento de los objetivos y del plan de acción.

Para lograr una efectiva, amplia y correcta participación de todos los sectores de la sociedad (ONG, población, Gobierno Local), es necesario trabajar en la creación y posterior implementación de instrumentos de gestión económicos y

ambientales. Por ejemplo: exoneración de impuestos municipales, rebaja de tasas por pago de servicios, garantías fiscales, entre otros.

La correcta implementación del instrumento requiere un proceso de capacitación en materia de gestión de residuos sólidos a todos los actores locales involucrados; funcionarios de Alcaldía, MINED, MARENA, MINSA, Procuraduría Ambiental, Policía Nacional, sector privado, ONG, centros de educación primaria, secundaria, universidades y sociedad civil.

Para lograr una efectiva aplicación del instrumento se requiere estrechar los vínculos de cooperación, a través de la firma de convenios entre el MARENA, MINSA, MINED, Procuraduría Ambiental, universidades y ONG con la Alcaldía Municipal; específicamente en temas de residuos sólidos que contribuya al desarrollo de las actividades inmersas en el PIGARS.

2.18 Disposición final de los residuos sólidos y sub-productos

La implementación de la disposición final de los residuos y sub productos se realizó en base a los resultados obtenidos en el diagnóstico adoptado por la municipalidad.

2.19 Evaluación del sitio

Para la evaluación de los sitios de disposición final de los residuos y sub productos de la municipalidad se contó con un sitio por lo que se procedió a evaluarlo con elementos y métodos recomendados por las NTON 05 013-01 entre otras.

Para la evaluación del sitio propuesto a ser utilizado como Relleno Sanitario se aplicaron los criterios y parámetros establecidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), y el Centro de Ecología y Salud (ECO), Centros Regionales de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), en los cuales se valoran como principales parámetros los de tipo sanitario, urbanístico y económico. Algunas de estas consideraciones se mencionan a continuación:

a) Consideraciones sanitarias

1. Micro localización del sitio seleccionado a una distancia mínima de 500 m. del perímetro urbano y tomando en cuenta que el tiempo de traslado desde el centro urbano no debe de ser mayor de 40 minutos. Ubicado a sotavento de la población
2. Contar con las condiciones ambientales que protejan los recursos naturales. la vida animal y la vida vegetal en sus cercanías.
3. Alejado de cualquiera de sus extremos por lo menos 150 mts. de fuentes naturales de agua y pozos excavados a mano o perforados y galerías de infiltración.
4. En la zona donde se ubica el sitio elegido, el manto freático no debe localizarse a menos de 10 mts. de profundidad y el terreno natural debe tener un coeficiente de permeabilidad entre 10-5 y 10-8 cm. /seg.

b) Consideraciones urbanísticas

Que el proyecto de Relleno Sanitario en el sitio seleccionado sea compatible con el desarrollo urbano de la localidad de manera que se integre a los planes de desarrollo contando con vías de acceso fáciles y rápidas, contribuyendo de forma eficiente a dicho desarrollo, tanto en la operación como en el uso anterior del sitio una vez finalizada la vida útil del R.S.

c) Consideraciones económicas

Que el sitio tenga capacidad para almacenar los desechos producidos por la población durante un período mínimo de 20 años. Preferiblemente en el sitio o cerca del mismo debe de existir el material apropiado para la cobertura (material areno-arcilloso).

El sitio debe ser de bajo valor comercial, terrenos no aptos para la agricultura, canteras o banco de materiales abandonados y cavidades naturales, son recomendables. En cuanto al tipo de propiedad del sitio escogido es preferible que el terreno sea municipal de modo que se reduzcan los costos iniciales de inversión del proyecto.

d) Selección del sitio para la ubicación del Relleno Sanitario

Para la ubicación del sitio en donde se construirá el relleno sanitario de Condega, se conformó un equipo técnico integrado por los diseñadores, y un grupo de profesionales relacionados con el sector. Este equipo técnico realizó la valoración del sitio actual a fin de conocer las condiciones sanitarias y ambientales.

Una vez realizada la inspección se procedió a elaborar una evaluación técnica, en la que se incluyen las repercusiones al entorno del sitio, al ubicar el relleno sanitario, por ejemplo posibles contaminaciones de fuentes de agua, contaminación por vectores a la población cercana a Condega, acceso o posibilidad de acceso, planes de desarrollo, principalmente en cuanto a explotación del agua para el consumo humano, repercusiones a la salud pública y el aspecto estético.

e) Evaluación Ambiental

Para la evaluación y selección de sitios para construir un relleno sanitario fue necesario realizar un análisis de variables que influyen a la hora de prevenir el impacto negativo al ambiente y a la salud pública. Para ello se consideran los siguientes elementos:

f) Elementos de la evaluación ambiental

Los elementos utilizados para la evaluación ambiental se presentan en la **Tabla 6**. Posterior a la realización de los estudios básicos, analizar y decidir la idoneidad del sitio.

Tabla 6. Aspectos e indicadores, evaluación socio-ambiental y natural

Aspectos de evaluación	Descripción	Indicadores
<p>1. Entorno Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispersión comunal • Traslado forzado • Instituciones religiosas • Facilidades públicas • Visibilidad del relleno • Futuro uso de suelo cerca del sitio • Compactibilidad con otras leyes • Compactibilidad con otros planes 	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de una comunidad • Desconexión de una carretera comunal para transporte escolar y laboral • Impacto sobre el área residencial • Traslado de una iglesia o cementerio • Impacto sobre colegios y hospitales • Si está dentro de futura área urbana • Compactibilidad con el uso de suelo • Otros planes de desarrollo en alrededores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación y áreas de comunidades • Ubicación y áreas de comunidades • Ubicación de iglesias y cementerios • Existencia de colegios y hospitales • Visibilidad desde carreteras comunales • Existencia de un mirador u observatorio • Existencia de paisajes bellos • Ubicación del sitio • Compatibilidad con la ley • Compatibilidad con otros planes
<p>2. Contaminación Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por residuos • Olor • Ruido • Vibración 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de río y agua subterránea • Agua potable 	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de un río • Existencia de un pozo • Ubicación y áreas de comunidades

<p>3. Entorno Natural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colapso de la pendiente • Inundación • Flora • Fauna • Paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Colapso de la pendiente • Existencia de pendiente pronunciadas • Existencia de áreas erosionadas • Impacto sobre la flora existente • Cambio de la flora y uso de suelo • Cambio de uso de suelo del sitio 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones topográficas actuales • Existencia de bosques naturales • Actual uso de suelo
---	---	---

2.19.1 Organización Local para el desarrollo de un PIGARS

Las nuevas tendencias en la planificación destacan las ventajas de involucrar activamente a las personas y grupos que tienen un interés o incidencia en un problema en particular, tanto en la formulación, como la ejecución y la evaluación de los planes, programas y proyectos.

Mientras mayor participación tengan los actores sociales en las diferentes etapas del proceso de planificación, mejores serán los resultados.

Por lo que, en esta investigación, se le propone a la municipalidad, salir de la rutina, de lo habitual y desarrollar un proceso de planificación participativa o planificación con participación ciudadana.

La participación de diversos actores en el proceso de planificación permitió un cambio en la actitud de las personas hacia el de diálogo, la negociación y la búsqueda de consensos, de manera que pasen de enfrentarse y verse como adversarios o "enemigos" a ser "aliados" hacia un objetivo común.

Para establecer las bases organizativas y operativas para el resto del proceso de elaboración del Plan y su implementación. Está compuesta por tres actividades que se detallan en la ilustración 10.

Ilustración 10. Estructura general para la implementación del PIGARS



a. Identificación de actores y planeamiento del PIGARS

Este fue un paso fundamental para las demás actividades del proceso, porque comprendió la identificación y la motivación de los principales actores sociales interesados para que se integraran de manera permanente o específica al grupo que coordinará la elaboración del PIGARS, con sus diferentes componentes, su puesta en práctica, el monitoreo y la evaluación de los avances.

Los actores relacionados con el sistema de gestión de residuos sólidos fueron:

Representantes de la municipalidad: Es responsable de la gestión de residuos sólidos en su jurisdicción territorial, según facultad estipulada por Ley. Incluyó dos tipos de actores: a) las autoridades políticas (concejo municipal) y b) el personal administrativo, técnico y operativo de servicios municipales.

Representantes de instituciones de gobierno locales: Tales como: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), el Ministerio de Salud Pública (MINSA), Ministerio de Educación (MINED) y Ministerio de Gobernación.

Representantes de organizaciones comunales: Consejos de Participación Ciudadana (CPC), Iglesias, ONGs.

Universidad: La universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Augusto C. Sandino (UNI-RUACS), por ser una institución de capacitación, investigación y convocatoria a debates, y disponen de personal calificado en los diversos campos relacionados con el sistema de gestión de residuos sólidos, por lo cual la participación de esta resulto imprescindible.

Los medios de comunicación: En la municipalidad no se logró concertar la participación de los medios de comunicación que inciden fuertemente en la opinión pública por razones políticas y económicas.

b. Conformar el comité coordinador de la elaboración del Plan

Lo conveniente para mantener o fortalecer el liderazgo municipal, es que la persona representante de la municipalidad que está promoviendo la elaboración del PIGARS, sea quien dirija este comité coordinador que en nuestro caso será el encargado de servicios municipales, aunque la realidad de la municipalidad y el exceso de trabajo, resulto importante el apoyo de los actores de la universidad.

Para la composición del grupo gestor del PIGARS, es necesario asegurar una conformación multidisciplinaria. Es decir que existen profesionales de distintas disciplinas. Esto fue crucial para incorporar diversas perspectivas y opiniones en el PIGARS.

El grupo gestor se organizó y definió sus funciones y responsabilidades. También fueron documentadas las posibles redes de cooperación interinstitucional, y los requerimientos de convenios y cartas de intención necesarios para el diseño e implementación del PIGARS en el municipio de Condega. Tanto la conformación del Comité como su propuesta inicial de trabajo fueron sometidas a la aprobación

- **Contaminación**

En este sentido los hábitos desarrollados por la población en función de contaminar el medio ambiente son muy marcados, en el casco urbano no utilizan depósitos para la deposición de los residuos sólidos domésticos y industrial, de igual manera las aguas residuales son vertidas en las calles o patios de tierra de las viviendas influyendo en el traslado de los componentes químicos de los jabones, detergente y cloros por las corrientes subterráneas depositándolos en las micro cuencas (SINAPRED, 2012).

Por otro lado, la actividad agrícola es otro de las actividades generadoras de contaminación por el uso excesivo de pesticidas y agroquímicos los cuales producen residuos que afectan los ecosistemas (aire y agua); por otro lado, también contaminan las fuentes de aguas superficiales.

Se tienen antecedentes de problemas por el vertido de aguas residuales y residuos industriales que provienen de la empresa Exportadora de Pieles S.A. a quienes en el 2001 les clausuraron por incumplimientos a las disposiciones y sanciones impuestas por MARENA pero estos inversionistas solo se le han cambiado la razón social.

- **Actividad Económica**

La principal actividad económica del municipio es esencialmente agrícola, con claro predominio del cultivo de café, tabaco y granos básicos, con una importante orientación al autoconsumo y a un mediano desarrollo de la agroindustria, principalmente la ligada al tabaco. Estas actividades ligadas a las de la ganadería constituyen la economía básica del municipio.

Existe entre los grupos poblacionales cierta dinámica migratoria, viajando dentro del país a otros municipios para los cortes de caña, algodón, café y minas de metales preciosos, o bien emigrando a Costa Rica donde venden su fuerza de trabajo en diversas actividades (caña, café, meloneras, bananeras y construcción); también emigran a Honduras para los cortes de café.

Según fuentes locales, no existe ocupación plena de la Población en Edad de Trabajar (PET), por lo que existe disponibilidad de mano de obra local. Según investigaciones del INIDES, el 32.9% de la población del municipio se ubica en la categoría de No pobres, el 35.4% son pobres no extremos y el 31.7% se encuentra en la pobreza extrema. El estudio indica que 1,878 hogares, es decir, 11,210 personas se encuentran en pobreza extrema.

- **Infraestructura de Educación**

La ciudad cuenta con 9 centros educativos que incluyen; 3 Centros de Educación Secundaria completa, que brindan sus servicios en los turnos diurno y nocturno; 7 Centros de Enseñanza Primaria y Pre-escolar, incluyendo la categoría de escuelas especiales como el CEDA (primaria concentrada) y los Pipitos, donde se imparte educación primaria regular a niños discapacitados y normales. En lo que a infraestructura de salud se refiere, la ciudad de Condega cuenta con una infraestructura de salud consistente en 1 Centro de Salud, 2 Puestos de Salud, 3 Unidades de Rehabilitación Oral (URO) y 3 Puestos de Malaria; existe, además, una infraestructura primaria formada por 4 Clínicas que brindan atención en medicina general, 2 Clínicas Odontológicas y 2 Farmacias.

- **Agua y Saneamiento**

La ciudad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que las excretas se disponen en letrinas y sumideros. Las aguas grises son, generalmente, regadas en los patios de las viviendas, aunque los pobladores de los barrios periféricos acostumbran lanzarlas a las calles, provocando charcas que favorecen la proliferación de vectores transmisores de enfermedades a la población, como el dengue, malaria, cólera y otras. La necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario en Condega parece evidente, ya que la disposición actual de las aguas residuales ha tenido como efecto la contaminación del agua subterránea, provocando que el contenido de Nitratos en el agua supere los límites recomendados por la OPS/OMS.

Al respecto, un estudio realizado en febrero de 1997 por la Gerencia de Normación Técnica y la División de Investigación de Fuentes de la Gerencia de Planificación, en un radio de 3.5 km del casco urbano, reveló que en el área urbana las curvas de Iso-Nitratos superan los 100 mg/L y los valores máximos se encuentran en las cercanías de dos pozos perforados actualmente explotados para abastecer de agua a la población de Condega. Señala el estudio que la problemática presentada se debe a la inadecuada disposición de los residuales domésticos y del matadero municipal.

- **Principales Vías de Acceso**

La principal vía de acceso a Condega la constituye la Carretera Panamericana Norte, a cuyas orillas se encuentra la ciudad, a la altura del km 185 de la misma. El 85% de la red vial del municipio la constituyen caminos vecinales transitables sólo en verano y se encuentran en mal estado, dificultando la comunicación y comercialización de la producción campesina. La ciudad posee configuración vial tipo cuadrícula tradicional; el 60% de las calles carecen de pavimento, cunetas y aceras, lo que constituye un factor determinante para la mala condición higiénica sanitaria en la que viven sus pobladores. La ciudad cuenta con una terminal interurbana que contribuye al orden vial y permite brindar orden y seguridad al tráfico vehicular y peatonal.

La red vial secundaria necesita aumentar su categoría funcional, debido a su importancia para la comunicación intermunicipal entre Condega, Yalí y Pueblo Nuevo. El servicio de transporte interno del municipio es muy deficiente, funciona arbitrariamente sin normas ni control; además, muy pocas rutas permiten tener acceso a las comunidades rurales, debido a la mala calidad de los medios de transporte colectivo y el mal estado de los caminos. No existe una terminal interurbana adecuada, lo que provoca desorden y dificulta el tránsito vehicular y peatonal urbano.

Sobre la carretera panamericana se concentran 51 rutas de servicio de transporte colectivo interurbano ordinario que circulan en la ciudad de Condega,

estableciendo comunicación con la región de las Segovias y 4 rutas de servicio expreso Ocotál-Managua.

- **Cementerio General**

Para el descanso de las almas de las personas fallecidas hay un cementerio ubicado en la parte sur del poblado, con un área de 3mz. de extensión. El cementerio no cuenta con servicios de agua y energía; su mantenimiento es regular con el apoyo de las comunidades dos veces al año. Además, existen cementerios en las comunidades de La Esperanza, El Chagüite y Las Cruces.

- a) Asignación de puntos**

Una vez resuelta la determinación y resuelto la insatisfacción de áreas y volúmenes requeridos se procedió a realizar la evaluación del referido sitio. Para la evaluación del sitio propuesto se aplicó los criterios y parámetros establecidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), y el Centro de Ecología y Salud (ECO), Centros Regionales de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

En la tabla 4, se asigna un puntaje de acuerdo con el cumplimiento de éste con relación a las consideraciones sanitarias, urbanísticas y económicas antes referidas. Como criterio de asignación de puntaje de cumplimiento se especifica lo siguiente: Excelente (4), Muy Bueno (3), Bueno (2), Regular (1), Malo (0).

Tabla 7.Asignación estándar de puntos para la evaluación ambiental

CONSIDERACIONES	VALORES GUIAS	VALORES REALES	CUMPLIM. DE VALORES	PUNTAJE
Distancia del perímetro urbano 500 m	>500			
Tiempo de traslado del centro urbano al sitio del R. Sanitario	<30 min.			
Ubicación con respecto a los vientos	Sotavento			
Protección a los Recursos Naturales	Condiciones Ambientales			
Alejado de las fuentes de agua superficiales.	> 150 mts.			
Profundidad del manto freático	> 10mts.			
Coeficiente de permeabilidad bajo	2.1×10^{-3} cm. /seg.			
Compatibilidad con el desarrollo urbano	Si			
Vida Útil	> 10 años			
Cercanía del material de cobertura	Dentro del terreno			
Propiedades del material de cobertura	Arcilloso arenoso			
Pendiente promedio mínima del T. Natural	1%			
Costos y proceso de adquisición del terreno (tenencia)	Propiedad de Alcaldía			

A decorative graphic featuring a dashed gold circle. A thick black left bracket is positioned on the left side of the circle, and a thick gold right bracket is on the right side. A horizontal bar with a gold-to-white gradient is placed across the middle of the circle, containing the chapter title.

CAPÍTULO III.
DISEÑO METODOLÓGICO

CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del área de estudio

El municipio de Condega se encuentra ubicado en el departamento de Estelí. La cabecera municipal está ubicada a 185 kilómetros al norte de la capital de Managua. Su extensión territorial es de 398 kilómetros, correspondiéndole el segundo lugar entre los seis municipios del departamento de Estelí. Según el INTER, el municipio de Condega está ubicado entre las coordenadas 13° 21' latitud norte y 86° 23' longitud oeste.

3.2 Limites:

Norte: Palacaguina (Departamento de Madriz)

Sur: Estelí

Este: san Sebastián de yali (Departamento de Jinotega)

Oeste: Pueblo Nuevo

3.3 Tipo de suelo.

Este municipio no cuenta con estudios sobre los tipos de suelo, es decir, que no se conoce el uso actual o potencial en cuanto a las actividades agropecuarias o forestales sin embargo se puede mencionar que su textura es franco arenoso y arcilloso, características que pudiera inferir que tipo de uso se le puede dar al mismo (SINAPRED, 2012).

Este uso sin conocer el fin de la tierra ha sido perjudicial para el suelo ya que ha generado la pérdida de la capa vegetal que le brinda los sustratos necesarios a los cultivos para mejorar la calidad de la siembra y aumentar la productividad. Además, la falta de atención al sector agroforestal, así como las quemadas y la ampliación de las fronteras agrícolas permitiendo convertir áreas boscosas en zonas deforestadas e infértiles han agudizado el deterioro del medio ambiente (SINAPRED, 2012).

3.4 Tipo de estudio

El plan de gestión integral de residuos sólidos para el área urbana y rural de Condega, viene a ser una herramienta para la solución de problemas y el mejoramiento del manejo de residuos sólidos, por lo tanto, el tipo de investigación a desarrollar será aplicada, ya que se van a analizar una serie de parámetros y a aplicar metodologías para definir una evaluación a la gestión de los residuos en Condega.

La profundidad de la investigación es descriptiva, ya que se desarrolla a través del estudio de las características de los residuos sólidos generados en todo el municipio.

Según el alcance temporal el estudio es de corte transversal, debido a que se refiere a un momento específico, o sea que se estudia un fenómeno en un momento dado. Según el carácter de la medida el enfoque del estudio es mixto, se analizaron variables cuantitativas y cualitativas, para determinar acciones que lleven a lograr una gestión integral de dichos residuos.

3.5 Materiales y métodos

Para recabar la información del presente estudio se hizo uso de diversos medios:

- Revisión bibliográfica, esto es con el fin de manejar la información técnica y legal correspondiente al estudio a realizarse.
- Entrevista con personajes claves, principalmente a los trabajadores de servicio de recolección y el encargado de servicios municipales, con el objetivo de identificar el nivel de compromiso que tienen respecto al manejo de residuos sólidos.
- La caracterización de los residuos sólidos domésticos generados en el municipio de Condega, se realizará mediante la aplicación del método del cuarteo.
- Observación en el sitio y formatos de evaluación, para identificar todos los pasos en el manejo de los residuos sólidos en el municipio, haciendo

énfasis en los generadores y los encargados de darle su destino final para al final hacer un análisis de tipo FODA.

- Realización de encuesta, realizadas con el objetivo de conocer datos que servirían posteriormente para definir parámetros de importancia en el estudio y para conocer la opinión de los pobladores del servicio brindado por la municipalidad.

La metodología de referencia utilizada para elaborar el respectivo plan integral de gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos del municipio de Condega, es la metodología PIGARS, desarrollada por el Concejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAN-PERÚ).

- La Guía PIGARS fue seleccionada para el presente estudio debido a que promueve la participación de diversos actores, vinculados a la temática de manejo de residuos, se adapta a las características socio-demográficas del área de estudio, los resultados obtenidos al final del proceso son integrales y propositivos ante los problemas identificados y principalmente porque su implementación no requiere recursos económicos excesivos.

3.6 Procedimiento utilizado para realizar el estudio

Procedimiento para la realización de estudios básicos se detallan a continuación:

3.6.1 Universo del estudio

El universo (N) de la siguiente información corresponde al total de las casas del casco urbano del municipio. Para la selección de las muestras, según Iacayo y López (2009) el tamaño de la muestra debe de estar entre 2 y 6 % de total de viviendas presente en el área de estudio. Este municipio cuenta con 2840 viviendas, distribuidas en barrio y comarcas.

El municipio de Condega cuenta con una población total de 13, 866 habitantes para el año 2019, este dato de población se obtuvo de hacer proyección poblacional del censo del 2012 al 2019 como año base. Este dato se contrasto con los censos del MINSA, MINED, Alcaldía, siendo un valor que está dentro del rango considerado en estos censos.

3.6.2 Selección y tamaño de la muestra

Para definir el tamaño de la muestra se consideró la población del casco urbano y rural que están aledañas al casco urbano de tal manera que se hizo una

Tabla 8.Distribución de la muestra

TOTAL	POBLACION	
	URBANA %	RURAL %
13, 866	70	30

a. Determinación del número de muestra

Para determinar el número de muestras representativas por estrato socioeconómico se deberá aplicar la siguiente ecuación.

$$n = V^2 / \left[\left(\frac{E}{1.962} \right)^2 + \frac{v^2}{N} \right] \quad (\text{CEPIS, 2002})$$

Dónde:

n= Numero de muestras.

v= Desviación Estándar de la variable (X = PPC de la vivienda 1) (gr. /hab.-día).

E= Error permisible en la estimación de PPC (gr. /hab.-día)

N= Número total de viviendas

b. Valores recomendados:

Para efectos de analizar los cálculos de la formula se recomienda utilizar los siguientes valores:

Error permisible: 50 gr. /hab.-día.

Confiabilidad 95%: 1.96.

Desviación estándar: 250 gr. /hab.-día.

Valores que han sido considerados como los más apropiados, de acuerdo a la experiencia obtenida en otros estudios.

El volumen final, será el resultado de promediar los valores unitarios registrados durante cada día de muestreo.

A continuación, se presenta la tabla 9, elaborada con la finalidad de facilitar los procesos de caracterización de los RS y de esta manera obtener informaciones de los parámetros fisicoquímicos, para obtener los resultados del tamaño de la muestra aplicando la ecuación propuesta por CEPIS (2002).

Tabla 9.Numero de muestra por población y viviendas

POBLACIÓN POR ZONA	NUMERO TOTAL DE VIVIENDAS	MUESTRAS A CONSIDERAR (No Viviendas)
9706 (urbana)	1988	25
4,160 (rural)	852	11

C. Estimación de la Producción Per/Cápita (Kg. /hab/día)

Para realizar el cálculo de dicha variable, será necesario, pesar individualmente las muestras colectadas (bolsas con residuos) a diario sin haber efectuado clasificación física, registrando los pesos obtenidos en una hoja de campo o bitácora. La relación existente entre la sumatoria de todos los pesos y el número de habitantes en promedio en las casas seleccionadas, dividido entre los 7 días de muestreo efectivo, representa la PPC del casco urbano de Condega.

Para el cálculo del valor medio PPC diario y final, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{PPC (Kg. /hab. / días)} = \frac{1}{7} \times \left\{ \frac{\Sigma A}{\Sigma B} \right\}$$

Dónde:

A = Peso (Kilogramos de residuos)

B = Número de habitantes de la zona

Producción total de residuos sólidos domiciliarios: La producción total de residuos sólidos domiciliarios que se generaran en la ciudad de Condega, se obtendrá como resultado de multiplicar la variable (PPC), por el número total de habitantes del área urbana.

D. Determinación del volumen

Posterior al pesaje de cada muestra, el contenido de éstas, se verterá en dos baldes de (0.025 m³ y 0.015 m³), el cual será agitado ligeramente para que los residuos logren ocupar los espacios vacíos.

Seguido de las actividades antes descritas, se procederá a medir la altura de los residuos alcanzados en los baldes con una cinta métrica; ya que ciertas alturas predeterminadas en éste, equivalen a unidades específicas de medidas en m³. Información utilizada para aplicar la siguiente fórmula:

Fórmula para el cálculo de Volumen

$$V = \frac{h * \pi r^2}{4}$$

Dónde:

V = Volumen

h = Altura ocupada por los residuos en el balde

π = 3.1416

r^2 = Radio (varía según el diámetro del balde)

E. Cálculo de densidad o Peso específico (Kg /m³)

Paralelamente se estudiará la variable densidad o peso específico; ésta se definirá como el peso de un material por unidad de volumen (kg/m³).

La densidad será calculada considerando la relación del peso total de los residuos recolectados diariamente, entre el valor de volumen en m³, a través de la siguiente fórmula. Para conocer el valor final, se sacará el promedio entre los resultados obtenidos.

Fórmula para cálculo de Densidad

$$\text{Densidad (Kg. / m}^3\text{)} = \frac{\text{PB Lleno (Kg.)}-\text{PBVacío (Kg.)}}{\text{VB(m}^3\text{)}}$$

Dónde:

- Densidad:** = Densidad de los desechos (Kg. /m³)
- PBLleno:** = Peso del Barril Lleno (Kg.)
- PBVacio:** = Peso del Barril Vacío (Kg.)
- V.B.** = Volumen del Barril (m³)

Ilustración 11. Metodología de cuarteo



Fuente: Vílchez & Moraga, 2010

3.6.3 Determinación de la composición física

La determinación de la composición física de los residuos, se realizará a través del **Método de Cuarteo** (*Ilustración 11*). Para ello se tomarán en cuenta todos los residuos recolectados, los cuales serán vertidos sobre una base impermeabilizada (plástico negro), procediendo inmediatamente a mezclarlos hasta que se logre obtener un montículo bastante homogéneo; de ahí se procederá a dividir el montículo resultante en 4 partes, escogiendo 2 partes opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña.

A la muestra resultante se le volverá aplicar el mismo procedimiento de mezcla, división y selección durante los días de mayor producción, hasta que se obtenga una muestra de 50 Kg, de residuos aproximadamente.

Los residuos que se contendrá en la última muestra (50 Kg. aproximadamente), serán clasificados de acuerdo a las siguientes características:

- Materia orgánica
- Papel y cartón
- Plásticos
- Trapos (material textil de cualquier clase)
- Metales
- Vidrios
- Otros (suelo, hueso, piedras, caucho, cuero)

Una vez clasificados los residuos según el tipo de material, de acuerdo a sus características físicas, se procederá al pesaje de los mismos utilizando recipientes plásticos (baldes) de 20 litros y 15 litros de capacidad. La diferencia de peso entre el balde con residuos (lleno), menos el peso de éste únicamente (vacío), será el peso de los residuos registrados para ese día, dato utilizado posteriormente para

calcular el porcentaje específico de cada tipo de componente, y de ahí estimar la generación diaria en kilogramos, toneladas/día y toneladas/año.

3.6.4 Variables e indicadores del estudio

Las variables en estudio (Ver Tabla 10) son las características físicas de los residuos sólidos, que corresponde a la variable independiente y el manejo de los residuos sólidos que es la variable dependiente, ya que el manejo depende de las características de los residuos sólidos, tales como la cantidad generada, la densidad y composición física.

Tabla 10. Variables, indicadores, técnicas e instrumentos en estudio

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumento
Características físicas de los residuos sólidos	Peso	Método de cuarteo	Formatos de registro, ver anexo
	Densidad		
	Volumen		
	Producción Total y Per-Cápita (PPC)		
	Composición Física	Observación en el campo	Guía de observación, ver anexo
Manejo de los Residuos Sólidos	Generación	Encuestas basadas en la Metodología FIGARS.	Entrevistas, ver anexo
	Separación		
	Recolección y Transporte		
	Barrido		
	Tratamiento y Disposición Final		

Fuente: Vílchez & Moraga, 2010

3.7 Justificación técnica de las metodologías seleccionada

En Nicaragua, estudios diversos realizados con fines de caracterización de volúmenes de producción de residuos a nivel municipal, y para efectos de planificación de los mismos, han sido realizados bajo la aplicación del método de cuarteo, método desarrollado bajo autoría del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS adscrito a la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS, 2002); con el cual se han alcanzado resultados satisfactorios para los propósitos utilizados.

Basado en lo anterior y en otras consideraciones descritas en los numerales que prosiguen a continuación, se decidió emplear el método de cuarteo para dar salida al objetivo general y primero de este trabajo investigativo.

1. Es un método desarrollado por instituciones científicas que gozan de prestigio internacional; evidentemente éste, muestra alto nivel de confiabilidad, validez y objetividad en cuanto a la calidad de la información que se puede llegar a obtener.
2. Su utilización, como método de estudio a nivel académico e investigativo es altamente difundido por instituciones gubernamentales, científicas y ambientalistas en el contexto Regional y Latinoamericano en general (SEMARNAT-México, CCAD, CONAM-PERÚ, PROARCA, CEPIS/OPS/OMS), para caracterización de residuos sólidos en ciudades menores a 500,000 habitantes.
3. En lo que respecta a la decisión de utilizar la denominada metodología PIGARS desarrollada por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAN-PERÚ, 2002). Ésta, fue seleccionada por las causas siguientes:
 1. Promueve la participación de diversos actores vinculados a la temática.
 2. Se adecúa a las características socio-demográficas del área de estudio.
 3. Los resultados obtenidos al final del proceso son integrales y propositivos ante los problemas identificados.
 4. Su implementación no requiere excesivos recursos económicos.

3.8 Elaboración del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos de Condega

Es necesario aclarar que la metodología PIGARS desarrollada por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAM, 2002) propiamente dicha, no es un método como tal, sino que ésta, emplea el término, para englobar diversas herramientas y estrategias metodológicas y actividades para la construcción de un plan para el manejo integral de los residuos sólidos en una determinada localidad.

Es importante señalar que para efectos de la planificación del PIGARS-Condega, se modificaron las fases que plantea la metodología PIGARS (CONAM, 2002); con el objetivo de adaptarla a las particularidades del municipio principalmente. En la figura 1 se presentan resumidos los pasos aplicados para la elaboración del PLAN, adaptado del modelo original propuesto por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú.

Grafico 1.Planificación del PIGARS



Seguidamente se describe el proceso metodológico aplicado durante el desarrollo del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos, PIGARS-Condega.

3.8.1 Investigaciones Hidrogeológicas

No existen mapas donde se resaltan las líneas de delimitación de la cuenca de agua subterránea por lo que la única forma de tener una idea sobre el comportamiento de las aguas subterráneas es auxiliarse de informaciones de pozos perforados y excavados. La información obtenida se describe a continuación:

3.8.2 Resultados de las Investigaciones Hidrogeológicas

Revisión de los planos de curvas y pozos existentes en el mismo sitio escogidos para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Condega, determinando que el nivel del agua subterránea, de acuerdo a inventario a dos pozos cercanos (Los lolitos y Ojobo), se encuentra a una profundidad mayor de **78.48** mts profundidad que cumple con las normas expresada como sigue: En la zona donde se ubica el sitio elegido, el manto freático no debe localizarse a menos de 10 mts. de profundidad. Cabe señalar que la norma **NTON 05-013-01** hace referencia a esta misma especificación.

3.8.3 Estudio de suelo

Para obtener las muestras se procedió de la siguiente manera:

1. Se descapoto la capa vegetal del sitio donde se realizaron los sondeos.
2. Posteriormente se tomaron las muestras continuas (semi-alteradas) de los estratos encontrados, los cuales fueron clasificados en el campo a primera vista y en el laboratorio la confirmación. Estas muestras se utilizaron para determinar; Peso específico, límites de consistencia, granulometría, entre otros.
3. Luego se colocaron dichas muestras en la bolsa plástica con una etiqueta de identificación.

4. Las muestras se trasladaron al laboratorio para efectuar los ensayos correspondientes.

a) Ensayes realizados en el laboratorio

Las muestras fueron trasladadas y separadas al laboratorio para realizarles los ensayos de:

- Humedad
- Granulometría
- Límite de Attenberg: Límite plástico – Límite líquido.
- Pruebas de compactación estándar.

Todo esto con el propósito de clasificar los suelos y verificar las propiedades mecánicas que tienen los suelos.

b) Clasificación de los suelos

Se utilizaron los procedimientos establecidos por las Normas de la A.S.T.M que en su designación **D 2487** los suelos se clasificaran por el sistema de **S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)**.

3.8.4 Estudio topográfico

El levantamiento topográfico consistió en lo siguiente:

- 1) Medir y desmembrar **20,000.00** m² equivalente a 2 Ha. formando una poligonal irregular con **4 pls.**, o puntos de intersección. Para realizar la poligonal se utilizó un instrumento de alta precisión que posee capacidad de almacenamiento de todas las informaciones resultantes de las operaciones altiplanimétricas.
- 2) El propósito era conocer con exactitud el área de trabajo, para así tener una mejor visión e información.
- 3) Se trazaron cuadrículas inferior a 50 m con el objetivo de realizar un trazado de curvas de nivel cada 1 m máximo y 0.20 mínimo, en el plano a dibujarse.

4) El BM de referencia se indica en el plano topográfico. **Ver resultados de estudios Topográfico Anexo.**

A nivel de gabinete

- a) Cálculos de la poligonal.
- b) Cálculos de nivelación.
- c) Dibujo de plano topográfico a escala 1:2500 y con curvas de nivel a cada 1 metro de distancia vertical.

3.8.5 Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y área requerida para el relleno sanitario

Estudiando las condiciones topográficas del terreno, las características del suelo natural y la profundidad del nivel freático, se definieron dos métodos constructivos a utilizar: El método de área y el método de trinchera.

Tomando en cuenta del nivel de compacidad relativa de la mayoría de los estratos que va de medio densa a muy poco denso, se podrá realizar excavaciones hasta **10.00** metros sin incurrir en riesgos ambientales tal como se mencionó en la sección anterior, sin incurrir en uso de equipos especializados y por ende sin incurrir en gastos excesivos. Por estas razones la parte de trinchera será construida aprovechando una excavación de 4 metros aproximadamente en todas las áreas del terreno.

En lo que refiere a la economía de operación se contempló que no subirán los costos del mismo puesto que no se tendrían que acarrear material de cobertura desde otras áreas adyacentes, ya que por la misma facilidad de excavaciones en el terreno se podrá contar con suficiente material apropiado, limo - arcilloso para realizar dicha operación.

Con el fin de valorar si el sitio disponible tenía suficiente área para enterrar las Residuos Sólidos para un período de 20 años (vida útil solicitada) se hizo el cálculo y se observó que el sitio dispone de área suficiente para el relleno sanitario, ver tablas 11 y 12.

Tabla 11. - Datos básicos de diseño para estimar volúmenes

1. Población del 2017	
2. Tasa de crecimiento anual	
3. Periodo de diseño	20 años
4. Producción per. cápita diaria	De caracterización in situ
5. Densidad de desecho suelta (calculada)	De caracterización in situ
6. Densidad de desecho compactada (Estimada)	455 Kg. /m ³
7. Densidad de desecho estabilizada (Estimada)	700 kg /m ³
8. Volumen de tierra para cobertura	20% del Volumen de Desecho
9. Volumen de Relleno	Volumen de M.C. (tierra)+ volumen de desecho
10. Alturas del Relleno	4 m.

Tabla 12.- Calculo de los volúmenes de los desechos sólidos y áreas requeridas para el relleno sanitario

N°	Columna	Operación
1	Año (1)	Se escriben los años correspondientes al periodo de diseño
2	Población (Ha.) (2)	Proyección de población = $P_n = P_o (1+i)^n$ P_n = Población final del periodo de diseño. P_o = Población inicial. i = Tasa anual de crecimiento. n = Número de años a proyectar.
3	PPC Kg/Hab/día (3)	$PPC_n = PPC_o (1+i)^{ppc}$ PPC_o = Producción per. cápita diaria para el año n i = Tasa de crecimiento de PPC_n
N°	Columna	Operación
4	Diario (Kg.) (4)	$4 = 2 \times 3$
5	Anual (Ton) (5)	$(5) = \frac{(4) \times 365(5)}{1000 \text{ kgs}} \text{ ton}$
6	Acumul (Ton) (6)	Volumen anual acumulado
7	D.S. Compactados Diario (m ³) (7)	$= \frac{(4)}{455 \text{ kgs/m}^3}$
8	D.S. Compactados Anual (m ³) (8)	$= (7) (365)$
9	Estabilizado Anual (9)	$= \frac{(4) \times 365}{700 \text{ kgs/m}^3}$

10	Área Relleno Anual Estabilizado (10)	$= \frac{(9)}{10m}$ Volumen anual acumulado de residuos sólidos estabilizados más materia de cobertura.
11	Rellenos Acumulado (m ³) (11)	Volumen anual acumulado de residuos sólidos estabilizados más material de cobertura.
12	Área total (m ²) (12)	$= 1.20$ (11) Área del R.S. mas 35% de área de servicio

R.S. = Relleno Sanitario D.S. = Desechos Sólidos M.C.= Material de Cobertura.

3.8.6 El método simplificado para estimación de líquidos percolados

Este método se basa en una relación empírica que establece que el percolado es una función directa de la compactación de los residuos sólidos en el suelo.

Para el caso particular de los lixiviados de Relleno Sanitario, el procedimiento que se siguió fue el de la correlación entre el área total calculada para la disposición final de los desechos sólidos durante la vida útil prefijada, la precipitación normal anual de la cuenca en dónde se encuentra el relleno sanitario para primero estimar la cantidad aproximada de este lixiviado que se percola en la base del relleno sanitario en un tiempo determinado.

Ambas parámetros, áreas y precipitación son afectadas por un factor K que está en dependencia del grado de compactación aplicada tanto a los desechos sólidos como a los materiales de cobertura intermedias y finales.

$$Q = kPA$$

Donde:

P = Precipitación media anual.

A = Área del terreno

K = Coeficiente que depende del grado de compactación

Q = Caudal de lixiviados producidos

Tabla 13.- Valores que toma el coeficiente k

Grado de compactación	Valores de “K
Mayor a 0.7 Kgs/m ²	15% - 25 %
0.7 – 04 Kgs/m ²	25% - 50%

Fuente: Jaramillo, 2012

3.8.7 Diseño de tratamiento de lixiviado

a. Definición del Caudal de diseño

Para la determinación de la cantidad de lixiviados, ya se realizó en capítulo anterior haciendo uso de dos modelos y/o métodos diferentes.

Tomando en cuenta de que los dos métodos arrojan valores de caudal con diferencias considerables, El método aproximado KPA, por lo tanto se recomendó construir el sistema con el valor que resulta del KPA.

b. Calidad de los lixiviados

Para poder comprobar la calidad de los lixiviados de los residuos sólidos del municipio de Condega y para establecer algunas relaciones de fundamental importancia para el diseño del sistema, se acostumbra procesar y analizar informaciones de muestreo y caracterización físico - químico obtenidos de forma directa en el Laboratorio de aguas residuales del PIENSA - UNI. En el caso de Condega se ha realizado muestreo de lixiviados de DS frescos de forma directa.

Los parámetros establecidos más importantes se observan en la tabla 14, son los siguientes:

Tabla 14.- Resultados de la Caracterización química de los desechos líquidos

Parámetro	Concentración
PH	4.94
Humedad	71.22 %
Fósforo	200 mg/L
Cloruro	4.75mg/L
Nitrógeno Amoniacal	1,165 mg/L
Nitrógeno Total Kendal	4,077mg/L
Sólidos Totales (ST)	17,489 mg/L
Sólidos Totales Disueltos (STD)	13,169 mg/L
Sólidos Volátiles (STV)	11,115mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST):	4,320mg/L
Sólidos Fijos (SSF)	6,374mg/L
Sólidos Sedimentables (SSD)	60mg/L/h
DBO ₅	14,800 mg/L
DQO	25,632 mg/L

Con esta información se puede concluir que los lixiviados provenientes del Relleno Sanitario del municipio de Condega son susceptibles a ser tratados por métodos biológicos; quizás uno de los parámetros más importantes como criterio de diseño sea el porcentaje de sólidos volátiles con respecto a los sólidos totales, cuya relación $STV/ST = 0.64$, lo cual en conjunto con la DBO y DQO son indicadores de la cantidad de materia orgánica biodegradable en el afluente de lixiviados crudos.

Paso 1. Cálculo de la Fosa séptica

Para el caso particular en cuestiones lixiviadas de Relleno Sanitario, el procedimiento que se siguió fue:

Adoptar el valor del caudal de diseño, para luego proyectarlo en el tiempo consiguiendo así un caudal acumulado y ponderado para el diseño del sistema de tratamiento con capacidad de dar cobertura a 25 años. Uno de los elementos más

importantes es el referido a los sólidos (sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos suspendidos volátiles), pues esta información es muy importante para estimar el volumen de la "fosa", particularmente el volumen destinado para el almacenamiento de lodos.

$$V1 = ((SST * Q * 0.7 * (1 - SSV) / 0.04) * TR) / 109$$

Donde:

V1 = Volumen útil destinado para almacenamiento de sólidos (m³)

SSV = Sólidos Suspendidos Volátiles (expresados como fracción de los SST mg/Lt)

SST = Sólidos Suspendidos Totales (expresados como fracción de los ST.mg/Lt)

T_R = Tiempo de residencia de sólidos (Días)

Paso 2: El volumen útil de la "fosa" será:

$$Vu = Q * TRH + V1$$

Donde:

Vu = Volumen útil total de la "fosa séptica" (m³)

Q = caudal diario (M3/día)

TRH = Tiempo de Residencia Hidráulico (en días)

Paso 3. Filtro Anaeróbico

En el proceso de digestión anaerobia se produce un gas (metano), el cual es altamente volátil, por lo cual puede ser usado eventualmente como fuente de energía (ya sea para cocinar alimentos, o mover determinado tipo de máquinas). En Nicaragua existen múltiples experiencias en el tratamiento de desechos orgánicos por la vía anaerobia con el fin de obtener metano y de esta manera contribuir a resolver los problemas energéticos del país.

Sin embargo es importante aclarar, que en el caso particular que nos corresponde, no nos hemos propuesto como objetivo la obtención de metano; esto debido a diferentes razones.

Para efecto del cálculo, el dimensionamiento del "Filtro anaerobio" se obtiene por la siguiente formula:

a) $V_{uf} = 1.60 * Q * TRH$

V_{uf} = Volumen útil

Q = Caudal ($m^3/día$)

TRH =Tiempo de Residencia Hidráulico

b) $S = V/2.00$

Donde:

S = Sección horizontal (superficie)

V =Volumen

2.00 =Profundidad útil del "Filtro".

Paso 4. Dimensionamiento de los reactores

Sedimentador Primario: Con el volumen encontrado V , superior a 14,911 litro, volumen máxima recomendada por normas brasileñas para que se diera una sedimentación óptima para un sedimentador primario, tipo tanque séptico.

1. Sin embargo, dado que este reactor no está diseñado en este caso para jugar un rol predominante de sedimentación, se espera un residual con pocos sólidos, 60 mg/Lt/h, cuyos peso, forma tamaño podrían facilitar la operación de sedimentación (acción de la gravedad sobre dichos sólidos)
2. Más bien la primera parte de este reactor, V_u (m^3) está calculado para que tenga una capacidad de retener nutrientes como sustrato sumamente importante para la vida celular de la siguiente etapa del proceso de biodegradación anaeróbica.

Por lo tanto se puede diseñar y construir una unidad de Sedimentador primario (Tanque Séptico) de dos cámaras con este doble rol.

- A. Profundidad útil del tanque séptico** **H = m. (Propuesto)**
B. Ancho **b = m. (Propuesto)**

Paso 5. Verificación de la dimensión de “b” según normativa

Relación entre largo L y ancho b $2 = < L/b > = 4$

Ancho interno (b) = no mayor de 2 veces h útil

Sustituyendo en la ecuación: Volumen (m^3) = l *b * H

Tendremos:

$$V = 2b * b * h$$

$$V = 2b^2 * h$$

Despejando tendremos la nueva ecuación:

$$b = \sqrt{V/2H}$$

Paso 6. Determinación de la longitud total L del tanque séptico

$$L = V/b*H$$

Relación entre largo L y ancho b $2 = < L/b > = 4$

La fosa séptica se dividirá en dos cámaras que estarán separadas por una pantalla de hormigón armado, con aberturas para permitir el flujo de la primera a la segunda cámara, por lo cual se presenta su cálculo:

- Cálculo de la 1ª cámara: $P_c = 2/3 L$ $P_c = m.$
- Cálculo de la 2ª cámara: $S_c = 1/3 L$ $S_c = m.$

Paso 7. Cálculo de aberturas en pantalla:

$$\text{Área transversal de la fosa} = b * h = m^2$$

$$\text{Se tomará el 5\% del área transversal} = m^2$$

Paso 8. Determinación de la velocidad de sedimentación de partículas de reactores del primer período.

Considerando:

Tamaño mínimo de partículas a remover = 0.1 mm.

($V_o = 8.00 \text{ mm / seg.} = 0.0008 \text{ m/seg.}$)

Velocidad de sedimento = $V = Q / A$

A = área vertical a recorrer

A = b x h

Paso 9. Ecuación de cálculo para volumen de lixiviados.

$V = Q \times T$

Dónde:

V: volumen de lixiviados que sería almacenado (M^3)

Q: Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m^3/mes)

T: Número máximo de meses con lluvia consecutivas (mes)

A decorative graphic featuring a thin, dashed gold circle. A solid gold bracket is positioned on the right side of the circle. A horizontal bar with a gold-to-white gradient is placed across the middle of the circle. A large, solid black bracket is positioned on the left side of the bar.

*CAPÍTULO IV.
RESULTADOS*

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se presentan a continuación análisis y discusión de los resultados de la investigación, atendiendo al orden de los objetivos planteados y el diseño metodológico.

4.1 Paso N°1. Organización Local para el desarrollo de un PIGARS

La composición del grupo gestor del PIGARS- Condega fue definido asegurando una conformación multidisciplinaria. Es decir que existen profesionales de distintas disciplinas. Esto fue crucial para incorporar diversas perspectivas y opiniones en el PIGARS, ver tabla 15.

Tabla 15.- Principales actores en el PIGARS- Condega

Actores	Especialidad
Tutor: Doctor en investigación, ingeniero civil. Tesistas: Egresados de la carrera de ingeniería civil. Director de servicios municipales: Ingeniero civil, posgrado en diseño vial y estudios ambientales.	Manejo de residuos sólidos e ingeniería sanitaria
Director de planificación: Ingeniero Arquitecto, con curso de urbanismo contemporáneo.	Urbanismo
Dirección administrativa financiera: Licenciado de administración de empresa.	Economía y finanzas
Dirección de participación ciudadana: Estudiantes de trabajo social Iglesias	Información, educación y comunicación
Responsable de la atención médica y área epidemiológica Nodo regional central norte de MARENA	Salud pública, gestión e impacto ambiental

A continuación, se presenta una muestra del mapeo de actores identificados en Condega.

Tabla 16.- Mapeo de actores de Condega

ACTOR	¿Qué interés tiene?	¿Cómo se espera que participe?
Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> · Disminuir el tonelaje de basura. · Analizar los costos de recolección. · Mantener una municipalidad limpia, saludable y amigable con el ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> · Definir políticas ambientales. · Apoyar a los comités ambientales, en concordancia con legislación vigente. · Apoyar las campañas de educación ambiental. · Recoger los residuos no tradicionales, periódicamente. · Crear reglamentación ambiental. · Proponer un sistema de estímulos para quienes disminuyen la generación de residuos.
Nodo regional central norte de MARENA	<ul style="list-style-type: none"> · Proteger los recursos naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> · Aplicar la legislación ambiental vigente. · Vigilar y supervisar las anomalías ambientales.
Ministerio de Salud	<ul style="list-style-type: none"> · Evitar la contaminación. · Proteger la salud de los ciudadanos. 	<ul style="list-style-type: none"> · Aplicar las leyes y reglamentos en forma estricta. · Proveer información
Ministerio de Salud- Nodo regional central norte de MARENA – Municipalidad- ONGS	<ul style="list-style-type: none"> · Proteger los mantos acuíferos. · Evitar los desechos en ríos y riachuelos. · Evitar la deforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> · Ejecutar campañas de protección de ríos. · Ejecutar campañas de reforestación. · Apoyar campañas de separación de residuos. · Financiar algunos procesos de los proyectos ambientales.
Consejos de Participación Ciudadana (CPC), Iglesias, ONGs.	<ul style="list-style-type: none"> · Coadyuvar a la limpieza del cantón, a la salubridad y a la protección del ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> · Canalizar la información ambiental a toda la municipalidad. · Financiar afiches, volantes, guías de recolección de desechos reciclables y otros. · Donar recolectores estacionarios y vallas publicitarias ecológicas
Iglesias (de diferentes)	<ul style="list-style-type: none"> · Desarrollar evangelización que 	<ul style="list-style-type: none"> · Propician la reflexión e instan a comprometerse con

denominaciones)	enfatiche la obligación moral de proteger el ambiente y la salud pública.	la limpieza comunitaria, separación de desechos y conservación de los recursos naturales.
ACTOR	¿Qué interés tiene?	¿Cómo se espera que participe?
MINED	<ul style="list-style-type: none"> · Colaborar con una política de ciudad limpia y saludable. 	<ul style="list-style-type: none"> · Ejecutar campañas de sensibilización ambiental. · Participar de las campañas de limpieza. · Sensibilizar a la población estudiantil respecto a los beneficios de respetar a la naturaleza y mantener su equilibrio. · Aprovechar las actividades curriculares y para organizar y ejecutar, actividades ambientales (obras de teatro, concursos literarios y artísticos, manualidades con residuos sólidos, visitas a ríos, centros de acopio, plantas de tratamiento, entre otros).
UNI	<ul style="list-style-type: none"> · Ofrecen oportunidad teórico-práctica para tesis egresados de Ingeniería Civil como culminación de estudios. · Retroalimentan los conocimientos de la academia. Validan procedimientos de gestión ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> · Desarrollar prácticas profesionales. · Aplicación de metodologías participativas (talleres). · Compartir los resultados de las investigaciones con los interesados.

4.2 Paso N°2. Diagnostico Situacional sobre la Gestión de Residuos Sólidos

En primer del diagnóstico situacional están los aspectos gerenciales, administrativos y financieros del municipio de Condega.

4.2.1 Aspectos gerenciales, administrativos y financieros

a. Aspecto gerencial y administrativo

La Ley No. 40 “Ley de Municipios”, y la Ley 261, “Reformas e incorporaciones a la Ley No. 40 Ley de Municipios “, en su Arto. 7, hace referencia a las competencias y obligaciones de la municipalidad en materia de gestión de residuos sólidos; establece que el Gobierno Municipal tendrá, entre otras, las competencias siguientes, Numeral 1) Promover la salud y la higiene comunal. Para tales fines deberá, Inciso A) Realizar la limpieza pública por medio de la recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.

La Alcaldía se encuentra organizada por áreas o departamentos, que le permiten cumplir sus responsabilidades como Gobierno Municipal. La obligación establecida en el Arto. 7, Numeral 1, Inciso A, le corresponde a la Dirección de Servicios Municipales, la cual se encarga de ésta y otras funciones asignadas por la Dirección Superior.

Como instrumentos de control y administración de recursos humanos, la municipalidad cuenta con dos manuales, el Manual de Organización y Funciones y el Manual de Puestos. Los objetivos y funciones de la Dirección de Servicios Municipales se encuentran definidos en el Manual de Organización y Funciones, a su vez determina las relaciones con otras áreas de la Alcaldía y con agentes externos, como el MINSA, MARENA, INIFOM y MINED. Según el Manual, Servicios Municipales atendía las áreas siguientes: Ornato y Limpieza, Mercado Municipal, Rastro Municipal, Cementerio Municipal y Registros (Civil y Fierro).

Las obligaciones que desempeña el personal de Servicios Municipales están descritas en el Manual de Puestos. En este se presenta la descripción del cargo, los cargos inmediatos y cargos subordinados, las funciones y los requisitos para desempeñarlo, tales como grado académico, experiencia y aptitudes.

Las principales debilidades dentro del Manual, es el grado académico requerido para el cargo de Director de Servicios Municipales. Para optar al cargo, se solicita una persona graduada solo en Administración de Empresas, Arquitectura o Ingeniería, que no son profesionales capacitados técnicamente para el ejercicio adecuado de este cargo.

Además, dentro del área se carece de personal que conozca de softwares de utilidad en la planificación y mejoramiento del servicio, tales como AutoCAD o ArcGis.

Siendo este un cargo de gran relevancia, requiere del conocimiento de otras disciplinas académicas adicionales, para lograr un mejor desempeño en sus funciones. La ficha ocupacional debería solicitar especialidades como Gerencia Municipal, Gestión de políticas públicas, Gestión Urbana, especialista en manejo de residuos sólidos, formulación de proyectos y planeación estratégica.

Otra deficiencia del Manual de Puestos, es que necesita ser actualizado, ya que fue elaborado hace dos administraciones, es decir, hace unos 20 años aproximadamente, por lo cual debe reajustarse a los cambios estructurales.

Todas estas debilidades son limitantes para alcanzar un eficiente desempeño del recurso humano responsable del servicio de limpieza pública. Por tanto, es necesario emplear personal con experiencia y conocimientos técnicos para garantizar una correcta prestación del servicio.

Actualmente, la Dirección atiende las siguientes áreas: Ornato y Limpieza, Rastro Municipal, Canchas Municipales, Estaciones de Buses y Cementerio Municipal. Debido a esta nueva estructuración, es necesaria la actualización del Manual de Organización y Funciones, de esta forma delimitar las nuevas obligaciones que le corresponden a Servicios Municipales y asegurar el buen cumplimiento de éstas.

b. Aspecto financiero

La Dirección de Servicios Municipales de la Alcaldía, cuenta con una partida presupuestaria definida para cumplir con las funciones relacionadas con el manejo de residuos sólidos. Tanto en la Dirección de Finanzas, como en la Dirección de Servicios Municipales, se llevan registros de los egresos (costos vinculados al manejo de los residuos) e ingresos mensuales, generados por el cobro de tarifas a la población, por la prestación del servicio.

Ciertamente, no hay una zonificación para el cobro por el servicio de recolección, solo existe una tarifa única en toda la ciudad. Además, en todos los barrios y comunidades, la frecuencia de recolección no es la misma, lo que indica que la tarifa no es la adecuada. A continuación, se muestra la tarifa en la tabla 17:

Tabla 17.-Tarifas de cobro del servicio de recolección

Sector	Tarifa mensual (C\$)
Ciudad de Condega	20

Como responsable de la fijación de las tarifas adecuadas para asegurar los recursos necesarios para que el manejo de los residuos sea sostenible, la Municipalidad está obligada a actualizar sus tarifas, basándose en un análisis técnico que relacione los costos del servicio (equipos, pago de personal, gastos directos e indirectos), así como los aspectos socioeconómicos de la población o sector.

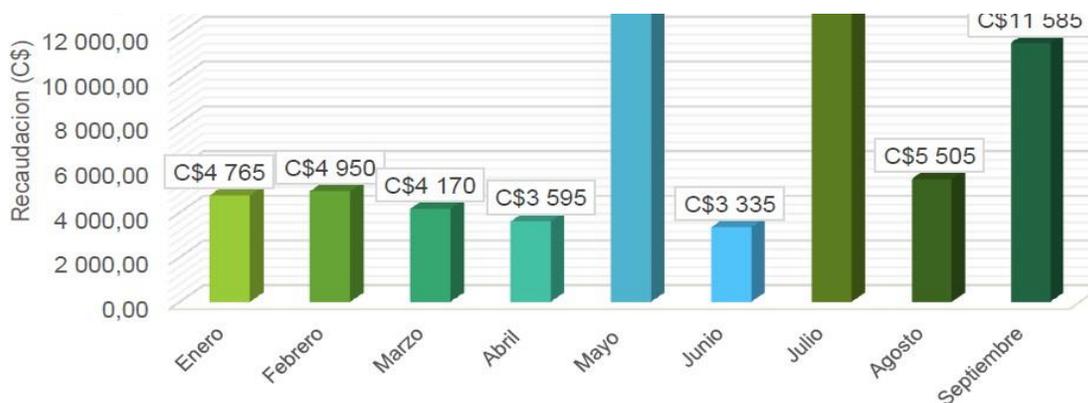
La Dirección de Servicios Municipales indica que el costo anual de la prestación del servicio es de ochocientos diez mil córdobas (C\$ 810 000,00), y el costo mensual del servicio asciende a los sesenta y siete mil quinientos córdobas (C\$ 67 500,00). Según registros de la dirección, hasta el mes de septiembre de este año se ha recaudado un total de sesenta y seis mil cuatrocientos cincuenta córdobas (C\$ 66 450,00), distribuidos de la siguiente forma en la tabla 18.

Tabla 18.- Recaudación del año 2019, hasta el mes de septiembre

Mes	Recaudación proyectada (C\$)	Recaudación real (C\$)	Porcentaje de recaudación (%)
Enero	67 500,00	4 765,00	7,06
Febrero	67 500,00	4 950,00	7,33
Marzo	67 500,00	4 170,00	6,18
Abril	67 500,00	3 595,00	5,33
Mayo	67 500,00	14 430,00	21,24
Junio	67 500,00	3 335,00	4,94
Julio	67 500,00	14 205,00	21,04
Agosto	67 500,00	5, 505	8,16
Septiembre	67 500,00	11, 585,00	17,16
Total	607 500,00	66 450,00	10,94

En la Tabla 18, se muestra la recolección mensual por el cobro del servicio de recolección de residuos sólidos. En ninguno de los meses se logra un porcentaje de recaudación mayor al 25%, y hasta el mes de septiembre, la recaudación ha sido solamente del 10,94%, obligando a la Municipalidad a subsidiar el restante 89,06%, que corresponde a una cifra de quinientos cuarenta y un mil cincuenta córdobas (C\$ 541 000,00).

Grafico 2.Recaudacion de recoleccion de residuos solidos (hasta septiembre)



En el gráfico 2, se muestra que los meses en los que se obtuvo un mayor porcentaje de recolección son mayo y julio, sin embargo, en cada mes no se recolectó más del 21,24%.

Esto se contradice con lo que la población indica, ya que, en la encuesta realizada durante la selección de las viviendas a muestrear, el 83% de los pobladores indicaron que, si realiza el pago por el servicio de recolección de los residuos sólidos, lo que significaría que la municipalidad debería recuperar cada mes, al menos, cincuenta y cinco mil quinientos ochenta y ocho córdobas con veinte y tres centavos (C\$ 55 588,23). Es un hecho que la población no realiza el pago correspondiente, pero esto no lo acepta al momento de ser consultados por terceros. La obligación de cubrir con casi la totalidad de los costos, es un obstáculo para implementar mejoras en el manejo de los residuos o de modernizarlo, no hay recursos para invertir en nuevas tecnologías, nuevos equipos y maquinarias, ni capacitaciones, volviéndose una limitante para alcanzar un desempeño eficiente y sostenible del sistema de manejo de los residuos sólidos.

c. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

A continuación, se muestra el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) realizado en el ámbito municipal, el cual permitió definir los lineamientos a establecer en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.

Tabla 19.- Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>La Dirección de Servicios Municipales cuenta con una asignación presupuestaria.</p> <p>Existencia de una estructura contable en la que se registran los egresos e ingresos relacionados a la prestación del servicio.</p> <p>Se dispone de 1 camión en buen estado, para cumplir con las actividades propias del servicio.</p>	<p>Voluntad política de la Municipalidad por mejorar la gestión de residuos sólidos.</p> <p>Creciente sensibilización ambiental en la sociedad civil.</p> <p>La Dirección de Servicios Municipales está en proceso de actualización y de reforma.</p>	<p>Falta de recursos económicos y humanos en la Dirección de Servicios Municipales por mejorar la gestión de los residuos sólidos.</p> <p>Visión institucional incompleta y equivocada de la gestión, al asimilarla fundamentalmente como un problema relativo al servicio, olvidándose de sus componentes ambiental, social, económico y de salud.</p> <p>Falta de planificación en el manejo de los residuos sólidos a largo plazo.</p> <p>Ausencia de un sistema de registro y de indicadores de seguimiento y control (técnicos y financieros) que permitan valorar de manera específica las actividades referidas a la prestación del servicio.</p>	<p>Rotación de personal (recurso humano) calificado al frente de las operaciones relacionadas a la prestación del servicio; dado el alto grado de influencia política sobre la administración de personal y recursos financieros a nivel interno de los gobiernos municipales.</p> <p>Desorden jurídico en la fijación y/o asignación de competencias en materia de gestión de residuos sólidos presente en la legislación nicaragüense.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>Las actividades de recolección y transporte son realizadas en base a un roll de barrios preestablecido.</p> <p>Se cuenta con 12 unidades para la limpieza de calles (carretones). Hay 9 operarios de limpieza destinados a una zona determinada, y uno permanente que atiende el Parque Central</p> <p>La cuadrilla de recolección realiza su trabajo en tiempo y forma.</p>	<p>Existencia de una Política Nacional de Residuos Sólidos.</p> <p>Existencia de la Estrategia “Vivir Limpio, Vivir Sano, Vivir Bien”, orientada por el Gobierno Central, a la educación ambiental de la población.</p> <p>Realización de planos dentro de la Dirección, para el establecimiento y zonificación de nuevas rutas de barrido de calles, y de la recolección de residuos sólidos.</p> <p>Articulación y unión entre la Dirección de</p>	<p>Tarifa actual obsoleta, no se incorporan los costos económicos relacionados a: depreciación de maquinarias y equipos, pago de personal, gastos directos e indirectos y principalmente, información referida a las condiciones socioeconómicas de la población.</p> <p>No existe un cobro por el servicio de barrido de calles, en las zonas donde se realiza.</p> <p>No existen tarifas para la recolección de residuos de eventos públicos ajenos a la Alcaldía.</p> <p>Cultura de no pago arraigada en la población. Alto porcentaje de personas en deuda con la Municipalidad.</p> <p>Ausencia de una política local de incentivos dirigida hacia la población en general, en especial, a personas que presentan una aptitud modelo a seguir en el tema de gestión de residuos sólidos, que contribuya a reducir la problemática ambiental derivada, mejorar la estética de la ciudad y por consiguiente la salud pública en general.</p>	<p>Crecimiento urbano (zonas periféricas) desordenado, situación que imprime una mayor demanda de recursos económicos, humanos y materiales para integrar estos nuevos asentamientos al sistema de recolección y transporte de residuos existente.</p> <p>Falta de instrumentos económicos en el país dirigidos a la gestión integral de residuos sólidos, que permita integrar al sector privado y población en general en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas planteados.</p> <p>Carencia de una ley especial de residuos sólidos en el país.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
	<p>Servicios Municipales y la Dirección de Medio Ambiente.</p> <p>Población con disposición a pagar un monto más alto, solamente si se aumenta la frecuencia de recolección.</p>	<p>Carencia de instrumentos económicos, jurídicos y de fomento, que incentiven y promuevan la participación ciudadana en procesos de separación, reciclaje y conformación de empresas privadas para hacer frente al problema.</p> <p>Las Ordenanzas Municipales no abordan la creación de incentivos y programas de sensibilización ambiental.</p> <p>Inexistencia de un Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos.</p> <p>Ausencia de planes sectoriales de manejo de residuos sólidos.</p> <p>Ausencia de una estrategia de incorporación del sector informal (segregadores) en el manejo de los residuos.</p> <p>Insuficientes campañas de educación sanitaria y ambiental.</p>	<p>Débil manejo de residuos biológicos-infecciosos en los centros asistenciales del país.</p> <p>Falta de una cultura de aseo y de responsabilidad por los desechos generados a nivel de individuos y hogares.</p> <p>Poca participación de la población en el manejo de residuos sólidos.</p> <p>Poca claridad de la población en relación con las competencias institucionales en materia de residuos sólidos.</p> <p>Incertidumbre para el fomento de inversiones privadas que contribuyan a mejorar el servicio de manera global.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		<p>No se llevan a cabo capacitaciones al personal ligado al servicio en aspectos técnicos, operativos y relacionados a seguridad, salud, higiene y ergonomía laboral.</p> <p>Personal poco calificado en lo relativo al manejo de residuos sólidos en general.</p> <p>Ausencia de un equipo de repuesto para la recolección, en caso de fallas mecánicas del camión en uso.</p> <p>Infraestructura vial no apta para las maniobras del camión recolector.</p> <p>Ausencia de recipientes para el depósito de residuos en la ciudad.</p> <p>Falta de planos en los que se muestren las rutas de recolección y de barrido de calles.</p> <p>Frecuencia de recolección de una vez por semana en todo el municipio.</p>	<p>Poco o nulo desarrollo de tecnologías limpias en el municipio.</p> <p>El sector empresarial no está involucrado directamente en la gestión ambiental municipal.</p> <p>Centralización de recursos económicos y humanos.</p> <p>Algunas decisiones que le competen al gobierno local no están siendo tomadas en el nivel correspondientes.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		<p>Falta de infraestructura relacionada con el aseo del personal de limpieza pública.</p> <p>Operarios encargados del barrido de calles, utilizados para cumplir otras tareas, obligando a otros operarios a cubrir más zonas.</p> <p>Inexistente operación, mantenimiento, control, seguimiento y monitoreo del sitio de disposición final, así como infraestructuras para el drenaje de lixiviados, gases, aguas de escorrentía (lluvia) a nivel interno y perimetral en el sitio de disposición final de residuos sólidos de la ciudad.</p>	

4.2.2 Aspectos técnicos operativos del servicio

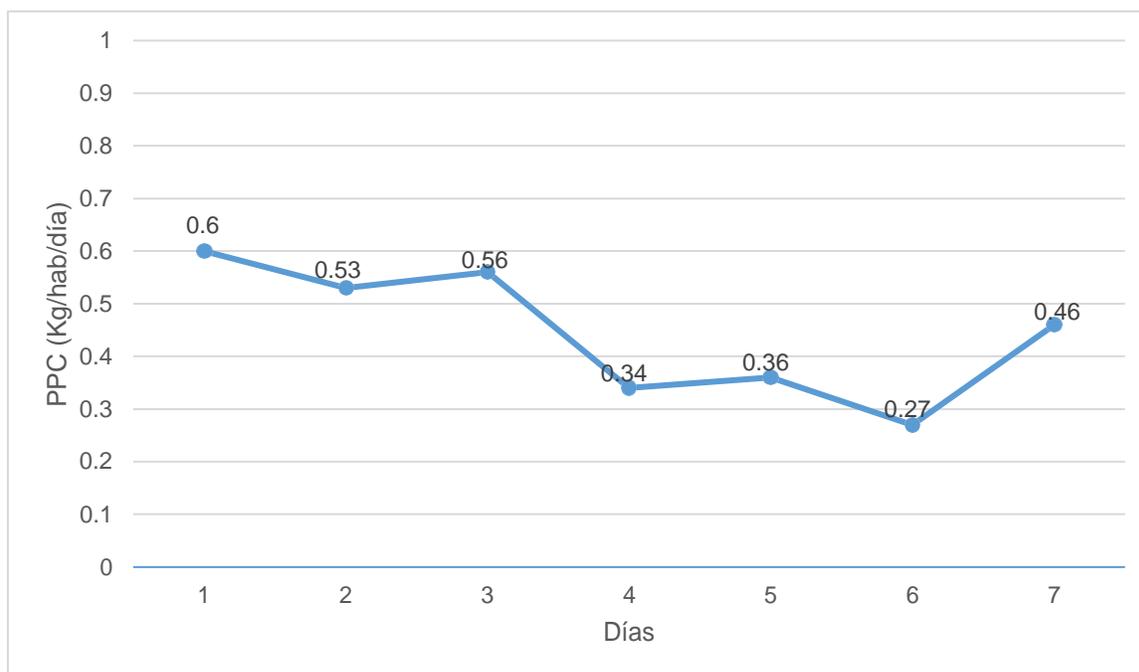
a) Caracterización de los residuos sólidos

Para realizar la caracterización de residuos sólidos urbanos, se hizo la distribución de las viviendas considerando los números aleatorios, para evitar que se repitieran los barrios y así tener una muestra más aleatoria. Se realizó el muestreo en 36 viviendas distribuidas de manera aleatoria en un 70% casco urbano y un 30% en la zona rural.

b) Producción per cápita de residuos sólidos

Como resultado del muestreo de residuos sólidos realizado del 6 al 13 de noviembre del 2019, se determinó que la generación de residuos sólidos promedio por cada habitante del municipio de Condega es de 0.45 (Kg/hab/día), ver gráfico 3.

Gráfico 3. Valores de PPC por día de muestreo



El día que mayor producción de residuos se reportó fue el, miércoles 8 (0.6 kg/hab/día) de noviembre así como el sábado 0.56 (0.6 kg/hab/día), esto debido a que en estos días se registraron lluvias que dieron origen a un aumento en el peso de las muestras, además que el tipo de residuos en su mayoría es orgánica y está influenciado por las condiciones climáticas.

El primer día siempre es un día de calibración porque las personas se están adaptando a metodología de trabajo por eso también se registra como un día alto de producción. Se determinó que la ppc de Condega fluctúa en un rango de 0.34-0.61 y un valor medio de 0.45 (Kg/hab/día).

Se hace un análisis de la tendencia que sigue el país, en cuanto a producción de residuos sólidos, ver tabla 20.

Tabla 20.- Valores comparativos de PPC en diferentes centros urbanos del País

Municipio	PPC Kg/hab/día
Pantasma ¹	0.28
Jalapa ⁵	0.29
Condega, (presente estudio)	0.45
San Carlos	0.38
Tipitapa ⁹	0,47
Distrito 1, Managua	0.50
Santo Tomás	0.52
San Juan de Río Coco	0.55
Estelí ⁸	0.58
Puerto Cabezas	0.61
Corn Island ³	0.73
Malpaisillo ⁷	0.73
Acoyapa ⁴	0.77

Fuente: 1: Molina (1998), 2: Martínez (1997), 3: Dávila (1999), Arrechavala (1997), 5: Velázquez (1999), 6: Vílchez & Moraga (2010), 7: Poveda (2001). Tomado de Lacayo, (2005). 8: Flores, et al. (2002), 9: Díaz, (2007)

De la muestra de localidades urbanas que se presenta en la tabla 20, Condega ocupa la tercera posición en generación per-cápita de residuos, superada por diez de ellas, algunas con características urbanas no muy bien definidas.

Pero se observa una tendencia en el país de la producción de residuos que está influenciado por el clima (Corn Island), hábitos de consumo (Managua), por lo que Condega tiene una tendencia a una municipalidad con una malla urbanística no definida, predomina una tendencia rural, dato que se fundamenta en su distribución poblacional.

Según Acurio, et al. (1997), en ALC se estima un rango de producción PPC 0.3 a 0.8 kg./hab/día, valores superiores a los calculados para Estelí (0.25 – 0.59 Kg./hab/día). El mismo autor, indica que en países de bajos ingresos como el caso de Nicaragua, los valores de PPC oscilan entre 0.4 – 0.6 kg./hab/día que para el caso de Condega está en el rango propuesto de 0.45 kg/hab/día.

c. Composición física de los residuos solidos

La composición física de los residuos sólidos comprende la identificación de los componentes individuales de los residuos domiciliarios. A continuación se presentan los porcentajes de estos componentes y la comparación con otros estudios.

La composición física de los residuos se caracterizó por tener materia orgánica (restos de comida 20 % y jardín 20 %) como el componente predominante esto se debe a los hábitos de consumo de la población y la dieta que tienen que son a base de frutas y verduras. El segundo es la tierra con un 10%; esto se debe a que es una zona rural y en su mayoría las amas de casa hacen limpieza de sus patios así como el interior de sus hogares por lo que los usuarios siempre entregan en su mayoría tierra a los camiones de basura, esto se verifico cuando se calibro la ruta.

Se encuentra muy marcada la categoría de los cartones y los papeles (16%) se deberán de poner especial énfasis en que estos componentes son fáciles de reincorporar a la industria como material reutilizable.

El componente metal fue nulo esto se asocia a la intercepción de las latas en algunas viviendas para la venta a centros de acopio.

El componente madera fue del 3%; es inusual encontrar restos de madera porque generalmente se ocupan para leña en algunas viviendas de escasos recursos, ver tabla 16.

Se puede observar en la tabla 21, un acentuado comportamiento en la tendencia de materia orgánica (residuos de jardín y comida) como principal componente físico en las municipalidades del país, esto se asocia a las tendencias alimenticias, el factor económico.

Tabla 21.- Composición física de los residuos sólidos

Tipos	Promedio (%)
Restos de jardín	20
Restos de comida	20
Cartón y papel	16
Madera	3
Tela	2
Plástico	21
hule	0
Vidrio	2
huesos	0
aluminio	0
Tierra	10
Poroplast	0
Pampers	6
Metal	0
Otros	0

En la **tabla 22**, se comparan los porcentajes de generación de residuos por componentes físicos del presente estudio con estudios realizados en distintos municipios y centros urbanos del país.

No existe una diferencia significativa en los componentes físicos de las municipalidades lo que si se, observa es una alta producción de residuos biodegradables esto se da, debido a que este tipo de residuos son producidos generalmente a partir de actividades domésticas y comerciales rutinarias que no varían de manera relevante de una municipalidad a otra.

Esta información de los componentes es de un factor muy relevante para la frecuencia de recolección de los residuos, tomando en cuenta que la fracción orgánica es el de mayor componente, la frecuencia de recogida debe ser

suficientemente alta como evitar acumulación de este componente, ya que se pueden descomponer y producir olores antes de ser recogidos.

Tabla 22.- Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas del país

Municipio	Materia orgánica	Papel y cartón	Plástico (PBD y PAD)	Vidrio	Metal	Otros
Condega	38	16	21	2	0	0
Pantasma ¹	42	16.5	10.5	4.8	7.6	18.5
Santo Tomás ²	51.07	5.8	3.36	2.45	0.93	36.4
Distrito 1 Man ³	85.58	4.58	4.1	1.34	2.66	1.73
Sn. de Río Coco ⁴	55.3	10.5	5.7	3	3.1	24.2
Puerto Cabezas ⁵	77	2.6	6.66	3.07	2.03	8.54
San Carlos ⁶	82.4	3.4	7.4	3.7	1.1	1.9
Jalapa ⁸	72.5	1.96	3.63	1.19	0.69	20.03
Malpaisillo ⁹	55.7	1.04	2	0.2	0.4	40.66
Tipitapa ¹⁰	71	10	11	1	1	6

Fuente: 1: Molina (1998), 2: Martínez (1997), 3: Dávila (1999), Arrechavala (1997), 5: Velázquez (1999), 6: Pérez (1997), 7: Poveda (2001), Tomado de Lacayo, (2005). 8: Flores, et al. (2002), 9: Díaz, (2007), 10 en Vílchez & Moraga (2010).

Otra bondad que se puede obtener de esta fracción la creación de una planta de tratamiento por biometanización y compostaje de la fracción orgánica de los residuos, para generación de energía eléctrica y sub productos mejoradores de suelo.

d. Densidad

La densidad analizada durante el muestreo, corresponde a la densidad suelta ya que la municipalidad no cuenta con un camión compactador por lo que se hará referencia bibliográfica de este valor, con lo establecido por Jacotín & Balladares (2010), en la tabla 23 se observa las densidades por día.

Tabla 23.- Densidad suelta

Día	Densidad suelta (kg/m³)
1	266
2	244
3	260
4	201
5	212
6	196
7	230
Promedio	229.85

La densidad promedio para el municipio de Condega fue de 230 kg/m³; el día que presentó mayor densidad fue el día 1 y 3, días en los que se registraron precipitaciones en la municipalidad mientras que el de menor densidad fue el día 6.

En un análisis de la relación que existe entre los factores ambientales y la densidad, se ve bien marcado en la caracterización, cuando se tienen un clima húmedo las densidades aumentan (día 1 y 3) caso contrario de cuando el clima es más cálido (día 6).

Se presenta en la Tabla 24, una tendencia de la densidad de algunas municipalidades en país. Algo importante a destacar de los resultados que se muestran en la tabla 19, es que ligado a los valores de densidad en una determinada localidad, hay que analizar los hábitos de consumo y características socio-culturales de la población y sus condiciones climáticas.

Así la ciudad de Managua capital del país a pesar de tener un clima más cálido y seco que el predominante en Condega, obtiene valores de densidad más elevados, debido a una mayor tendencia en el consumo de productos con empaque, influenciados por lo difícil que resulta vivir, estudiar, trabajar y movilizarse en una ciudad grande, máxime la capital de un país.

Tabla 24.- Densidad suelta municipales en Nicaragua

Municipio	Densidad Kg/m³
Condega	230
Pantasma ¹	265.00
San Carlos ²	182.00
Distrito 1, Managua ³	331.00
Santo Tomás	108.00
San Juan de Río Coco ⁴	280.00
Puerto Cabezas ⁵	278.00
Corn Island ⁶	187.00
Acoyapa ⁷	225.00
Jalapa ⁸	272.00
Malpaisillo ⁹	231.00
Estelí ¹⁰	268.00
Tipitapa ¹¹	444.60

Fuente: 1: Molina (1998), 2: Martínez (1997), 3: Dávila (1999), Arrechavala (1997), 5: Velázquez (1999), 6: Pérez (1997), 7: Poveda (2001), Tomado de Lacayo, (2005). 8: Flores, et al. (2002), 9: Díaz, (2007), 10 y 11 en Vílchez & Moraga (2010).

En municipios o Ciudades como Jalapa, San Juan de Río Coco y Puerto Cabezas que aparecen en la tabla, en los que se evidencia valores superiores a los de Condega. Entra en juego el factor clima (predominantemente húmedo) a excepción de Jalapa, como principal elemento, más las características de la población. Los tres, tienen una marcada tendencia rural-urbana, con una mayor generación de materia orgánica que guarda mucho más peso que el resto de residuos, lo que hace que sus valores de densidad sean superiores. Estas mismas condiciones afectan los valores de producción per-cápita.

4.2.3 Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos municipales está a cargo de la Dirección de Servicios Municipales, de la alcaldía de Condega. En total cuentan con un personal de 8 personas, directamente involucradas con el manejo de residuos sólidos, de los cuales 5 son los operarios que se encarga de la recolección de residuos sólidos, y el restante del barrido de calles.

a) Generación y almacenamiento

En el municipio de Condega, las fuentes generadoras de residuos son, principalmente, las viviendas del municipio, el parque, calles, y en menor medida, el

centro de salud, las iglesias, tiendas, instituciones públicas y privadas, de este listado se suprime el hospital primario Ada María López que cuenta con un incinerador y en algunas ocasiones el centro de salud incinera sus residuos. Todas estas fuentes son atendidas por el servicio de recolección de residuos sólidos de la Alcaldía.

Conocer las formas de almacenamiento internas de los residuos, es un aspecto muy importante para la planeación del sistema de recolección a utilizar, tipo de unidades recolectoras, personal de limpieza. Los recipientes utilizados por la población de Condega para almacenar sus residuos varían en 7 formas, vistas como opciones independientes y combinadas.

Según resultados de la encuesta aplicada (pregunta No. 2. “Qué tipo de recipiente es mayormente utilizado en esta vivienda para almacenar los residuos sólidos generados a diario”), el tipo de recipiente mayormente utilizado para almacenar los residuos y presentarlos a fuera de sus casas previas al paso del camión recolector, es:

Saco de nylon 50%, bolsa plástica 20%, balde de plástico 14%, caja de cartón 9% barril cortado a la mitad (0.1 m³) 3%, barril metálico (0.20m³) 2%, barril plástico (variada capacidad) 2%.

En la ilustración 12, se observa los diferentes tipos de recipientes de almacenamiento temporal usados en la municipalidad.

Ilustración 12.- Diferentes tipos de recipientes de almacenamiento temporal usados en la municipalidad



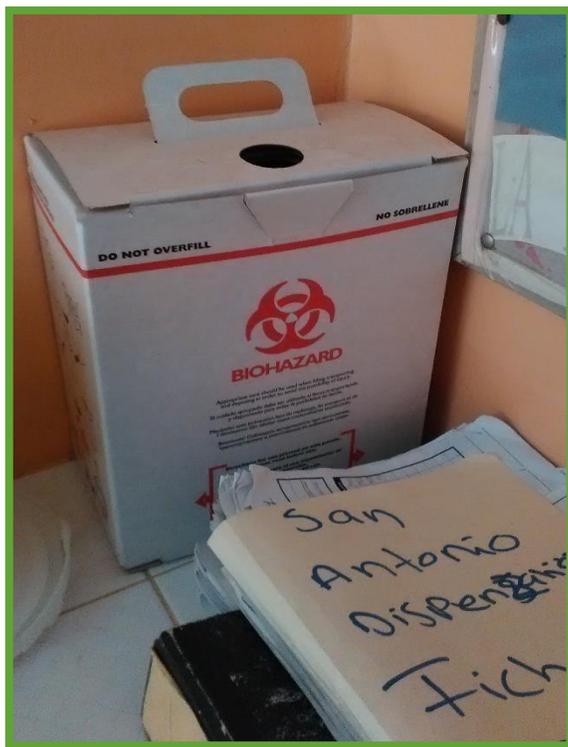
Fuente: Propia

b) Separación

Como en todos los municipios del país, en el municipio de Condega no se realiza la separación de los residuos sólidos por componente físico, principalmente por falta de cultura y conocimiento. La separación solamente se realiza en el Centro de Salud, en donde se clasifican y separan los residuos sólidos en peligrosos (biológicos, infecciosos, corta punzantes) y en no peligrosos, utilizando recipientes destinados para cada tipo de residuos.

Los residuos sólidos peligrosos corta punzantes, como agujas y jeringas, se depositan en cajas diseñadas para el almacenamiento de este tipo de residuos, las cuales son distribuidas por el Ministerio de Salud. De igual forma, para los biológicos infecciosos, como guantes, algodones y gasas usadas, entre otros, se utilizan bolsas rojas señalizadas, las cuales se colocan en recipientes plásticos de color rojo, ver ilustración 13.

Ilustración 13.- Cajas utilizadas para el almacenamiento de agujas y jeringas en el



Fuente: Centro de Salud

Durante la recolección, los operarios de limpieza separan los artículos y objetos que les pueden servir de utilidad, así como algunos materiales reciclables, como latas o plástico. En el lugar de disposición final, un grupo de personas ajenas a la Alcaldía, realiza la separación de materiales reciclables, los cuales son vendidos a centros de acopio de la zona.

c) Barrido de calles

Como en todo el país, el barrido de calles se realiza de forma manual, utilizando carretones, escobas y palas. La cobertura del barrido de calles abarca la zona central, la carretera panamericana, y algunos barrios de los alrededores. Son 8 los operarios que se encargan de 8 zonas asignadas a cada uno. El Parque Central cuenta con un operario permanente. A cada operario se le entrega un carretón metálico, una escoba, una pala redonda y otra cuadrada, y un machete.

El barrido de calles es atendido de lunes a sábado, de 7:00 am a 1:00 pm. Solamente se cuenta con una lista de los barrios atendidos por operario, y no se tiene una estimación de las cuadras cubiertas, por lo que no se conoce un porcentaje de cobertura. Tampoco se cuenta con un plano en el que se muestren las rutas correspondientes a cada operario.

El Supervisor de Servicios Municipales es el encargado de la supervisión del barrido de calles, así como de la recolección de residuos. No hay una frecuencia definida para las supervisiones, pero por lo general, estas se realizan por la mañana.

Así mismo, el Director de Servicios Municipales realiza supervisiones cuando cuenta con el tiempo suficiente para esta actividad. Uno de los principales problemas que se presenta con respecto al barrido de calles, es la utilización del personal para la realización de otras actividades.

El Director de Servicios Municipales indica que muchas veces, algunos de los operarios son orientados a realizar otras actividades que no corresponden, tales como guarda de seguridad, o limpieza de otras zonas, obligando al operario a desatender la zona que le está asignada, por el cumplimiento de estas actividades. Esto provoca que dicha zona se le asigne a otro operario, sobrecargando al operario y a la realización de su trabajo.

d) Recolección y transporte

La recolección de los residuos sólidos empieza a las 7:00 am, y termina hasta que se realiza toda la ruta de recolección. Se prioriza completar la ruta de recolección antes de mediodía, pero cuando no se completa, la recolección sigue por la tarde, hasta las 4:00 p.m.

Se cuentan con mecanismo de alerta a la población para avisar que el tren de aseo se encuentra en el barrio. Los usuarios se percatan de la presencia de éste por el sonido de la campaba, además que entre vecinos se avisan.

Durante el período del estudio se verificó que no se cumple con el horario y los días establecidos para la recolección, esto debido a problemas como:

- Uso del camión para otras actividades: acarreo de materiales, alimentos donados, personas, entre otros.
- Déficit en el presupuesto mensual asignado a la actividad, en parte debido a que no se está realizando una recuperación de capital, la Alcaldía está sufragando los costos en un 100%.
- Asignación de otras tareas a los operarios encargados de la recolección, diferentes a las del manejo de los residuos sólidos.

Para la recolección, la Alcaldía cuenta con un solo camión marca JMC, tipo volquete, con una tina de 4 m³ de capacidad. Este camión tiene 3 años de uso y se encuentra en buen estado, y si este recibe el mantenimiento debido, puede durar mucho tiempo más.

Según los resultados de los estudios un solo camión no da abasto para la cantidad de basura que se recoge. Debido a que las cantidades de basura se van incrementando por esto es necesario el uso de dos camiones.

El camión recorre los barrios del municipio de Condega de lunes a viernes incluyendo calles centrales, el promedio de basura que recoge el camión a la semana es de 120 a 130 m³ semanal de acuerdo al director de servicios municipal esta es una aproximación porque no se llevan registro de cuanto es lo que realmente se produce y se disponen en el botadero.

Al inicio de cada jornada se realiza un chequeo rápido, para comprobar las condiciones del camión. Se le da un mantenimiento mayor 3 veces al año, el que consiste en el chequeo de llantas, batería, cambio de aceite, revisión del sistema eléctrico e hidráulico, entre otros.

Debido al tipo de trabajo que realizan los camiones, estos se deterioran más rápido, lo que implica la necesidad de un mantenimiento constante, para garantizar su buen funcionamiento, ya que, en caso del no funcionamiento, la recolección no se realiza, por eso es necesario un buen mantenimiento, para garantizar una recolección eficiente, sin falta, y para lograr el uso del camión por mucho tiempo más.

Como solamente hay una unidad recolectora, también hay una cuadrilla. Esta cuadrilla está compuesta por 5 personas, el conductor del camión, y 4 operarios.

Ilustración 14.- Unidad de recolección y cuadrilla durante el recorrido



Fuente: Propia

El camión sale del parqueo de la alcaldía a las 7 am de la mañana el parqueo está ubicado del juzgado 1 cuadra al sur.

Se observa en la tabla 25, las cuatro rutas que tienen asignados los barrios de Condega. Se puede notar que el día miércoles es exclusivo para las calles centrales, estas rutas no fueron diseñadas siguiendo una lógica desde una perspectiva de ingeniería fue más por experiencia del director de servicios municipales.

Tabla 25.Rutas de recolección por día

Lunes (1)	Martes (2)	Miércoles (3)	Jueves (4)	Viernes (5)
Juanita Vizcaya	Mildred Centeno	Los días miércoles la recolección son en todas las calles cruzadas de las calles centrales este oeste.	Triunfo de la Revolución	Casco García
Santiago Baldovino	Calle Central		Evaristo cruz	Prudencio Serrano
Solidaridad	Moisés Córdoba		Esfuerzo No 1	Guadalupe
Francisco Luis Espinoza	Alcides Meza		Esfuerzo No 2	20 de septiembre
Canta gallo	El culse		Triunfo de la revolución	Solidaridad
				Praga

Fuente: Alcaldía, 2019

Durante el recorrido, se va atendiendo, a la misma vez, ambos lados de las calles por donde pasa el camión, por dos operarios que retiran los residuos sólidos de las casas o aceras, y otros dos que van en el camión, acomodando la basura. Los operarios cuentan con una campana, la cual suenan cada vez que pasan por una esquina, para avisar a la población del recorrido de recolección.

Entre los principales problemas que se pudieron percibir con respecto a la recolección y transporte, durante la inspección realizada a bordo del camión, están los siguientes:

- Dada la frecuencia de recolección, durante el recorrido se recogen residuos sólidos acumulados de una semana, lo que influye grandemente en la capacidad y en el tiempo de recolección.
- En muchas de las viviendas se recolectan una cantidad considerable de residuos acumulados de jardinería (tallos, ramas, hojas), lo que también influye en el tiempo de recolección.
- En muchas casas, los operarios tenían que golpear las puertas, o esperar a que los pobladores sacaran los residuos sólidos, a pesar de que se toca la campana como forma de aviso del recorrido. Solamente en los lugares a los que el camión no puede acceder, los pobladores disponen los residuos en las esquinas de las calles, ver ilustración 15.

Según la Dirección de Servicios Municipales, se le da cobertura a mayoría de los barrios y zonas residenciales que componen el municipio, es decir, se cubre el 70%, que es una cifra muy alta en comparación con el porcentaje medio de cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos en el país, que se estima en un 50%. Sin embargo, no hay registros que respalden este porcentaje, solamente se cuenta con una lista de los barrios que son atendidos en los días de la recolección.

Ilustración 15.- Acumulación de residuos sólidos domiciliarios y de jardinería



Fuente: Propia

e) Macroruteo y microruteo

Para conocer la eficiencia del recorrido de recolección, se realizó una inspección a bordo del camión, con el objetivo de medir los tiempos de macro ruteo y micro ruteo, así como conocer la distancia recorrida. La medición se realizó en la única unidad recolectora con que cuenta la Alcaldía, el día lunes 29 de noviembre del 2019, no se propusieron rutas porque ya están establecidas por la alcaldía municipal y tienen un control establecido que se debe dilatar el camión en su recorrido diario. ver tabla 26.

De la tabla 26, las filas de rutas esta enumerada del 1 al 5, corresponden a cada día de la semana, es decir, el día 1 corresponde a lunes y el día 5 sería viernes. Al obtener la relación entre el tiempo efectivo de recolección, y el tiempo total de recolección, el índice de eficiencia resulto en 0,78, 0.64, 0.51, 0.47, 0.59 y como promedio 0.59. Ciertamente, estos valores de eficiencia son mayores, a los obtenidos en otros municipios, que indica que los operarios no pierden el tiempo y se dedican exclusivamente a la recolección de los residuos, pero esta eficiencia se ve afectada, principalmente por el tiempo efectivo de recolección, ya que el tiempo empleado en la recolección de los residuos no es proporcional con la distancia recorrida, es decir, se invierte demasiado tiempo en una distancia corta, lo que se debe a la gran cantidad de residuos sólidos que los operarios tiene que cargar al camión, por lo que el camión debe realizar paradas que requieren de mayor tiempo, para que los operarios carguen y acomoden los residuos en el camión.

Tabla 26.-Resultados de medición de macro y microruteo

Valores promedios de la medición de macro y microruteo					
Ruta de recolección	1	2	3	4	5
Barrios	Juanita Vizcaya, Santiago Baldovino, Solidaridad, Francisco Luis Espinoza y Canta Gallo	Mildred Centeno, Moisés Córdoba, Alcides Meza y El culse	Los días miércoles la recolección son en todas las calles cruzadas de las calles centrales este oeste	Triunfo de la Revolución, Evaristo cruz, Esfuerzo No 1 y 2, Solidaridad y Praga	Casco García, Prudencio Serrano, Guadalupe, 20 de septiembre, Triunfo de la revolución
Distancia recorrida (km)	9	6.65	5	8.36	9.45
Tiempo efectivo de recolección (microruteo) (h)	5.21	4	3.15	4	4.45
Tiempo no empleado en la recolección (macroruteo) (h)	1.45	2.25	3	3.35	5
Macroruteo + microruteo	6.66	6.25	6.15	7.35	9.45
Viajes efectuados al botadero	3	3	3	3	4

Fuente: propia

Cabe destacar que esta eficiencia solamente está relacionada con la variable tiempo, y no con otras variables. Si al momento de determinar eficiencia del servicio de recolección, se toman en cuenta otros aspectos, como los mencionados anteriormente, obviamente la eficiencia disminuye drásticamente.

La única ventaja que se tiene, con respecto al índice de eficiencia, es la dimensión geográfica del municipio, ya que, por la cercanía del botadero, la distancia recorrida desde la última casa hasta el botadero es menor, por lo que el tiempo invertido es menor, lo que hace que el valor de eficiencia sea alto.

Otro factor que afecta el tiempo de recolección es la falta de cooperación de la población, porque en muchas casas los residuos no se encuentran afuera de las casas, así hay que tocarles la puerta para que los entreguen. Así mismo, el hecho del tipo de recipientes que usan, que provocan un atraso en el recorrido ya que la población espera por sus recipientes, por lo tanto, los operarios tienen que devolvérselos. Uno de los que más afecto fue la distancia de los barrios al botadero.

A continuación, se comparan los resultados de macro y microruteo obtenidos, con los de las ciudades de Diriamba y Estelí, ver tabla 27.

Tabla 27.- Comparación de los datos de macro y microruteo obtenidos con otras ciudades

Ciudad	Tiempo efectivo de recolección	Tiempo no empleado en la recolección	Distancia recorrida (km)	Índice de eficiencia
Condega	4.162	3.01	38.46	0.59
Diriamba	2.80	1.33	49.00	0.65
Estelí	3.52	1.93	68.30	0.65

En la Tabla 27 se muestra que Condega, a pesar de ser la ciudad con la menor distancia recorrida, presenta el menor tiempo efectivo de recolección, esto por los aspectos que han sido mencionados anteriormente: la acumulación de los residuos sólidos, la frecuencia de recolección y la falta de planificación de las rutas.

Si bien es cierto que en las otras dos ciudades (Diriamba y Estelí), al momento de la medición del macroruteo y el microruteo, presentaban el mismo problema de falta de planificación de las rutas de recolección, la frecuencia de recolección es distinta, y es por eso de que el tiempo efectivo de recolección es más productivo. En Estelí, a pesar de que es una ciudad mucho más grande que Condega, presenta en apariencia un mejor tiempo pero el camión que se utiliza tiene una mayor capacidad además que el personal que labora en esta comuna tiene más de veinte años experiencia en este rubro mientras los de Condega por faltas de condiciones laborales se renuevan cada seis meses.

f) Tratamiento y disposición final

Con respecto a los residuos biológicos infecciosos y peligrosos que se generan en el hospital primario Ada María López y el centro de salud, se cuenta con un incinerador, en el cual se eliminan este tipo de residuos. Por lo general, se utiliza una vez a la semana, pero cuando se realizan jornadas de vacunación, se usa al menos dos veces.

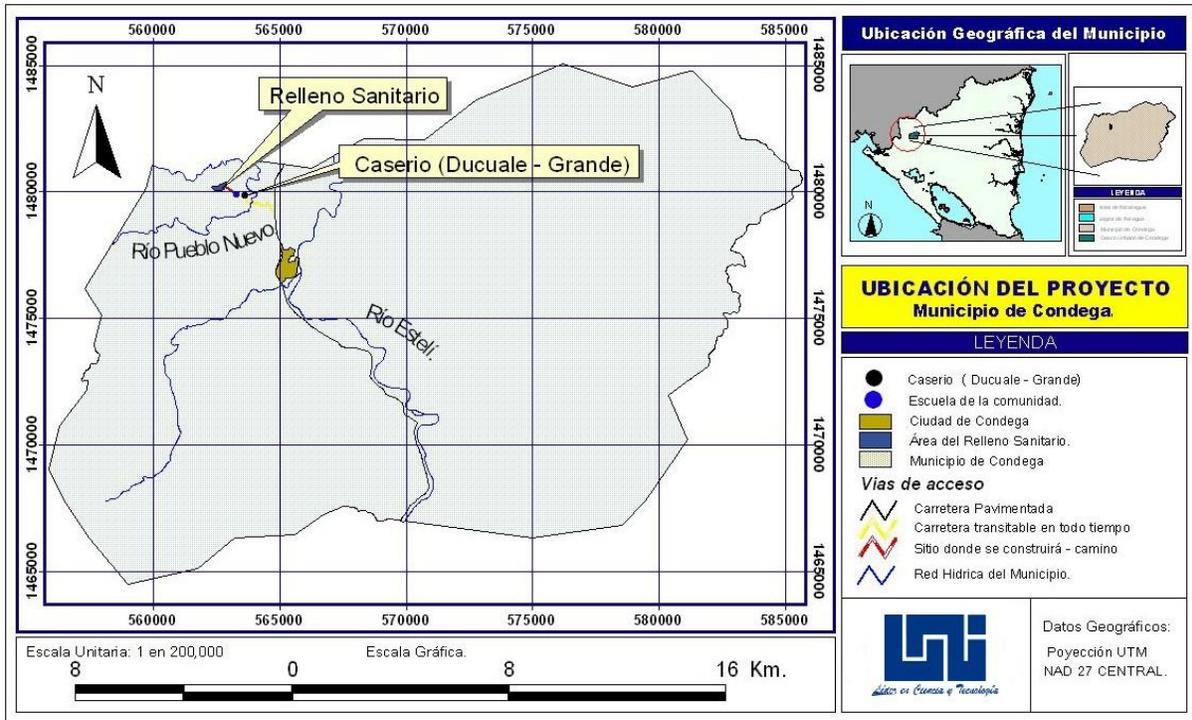
Los residuos sólidos que son recolectados cada vez que se realiza el recorrido, son depositados en el vertedero municipal, que está ubicado a 4 km del casco urbano, en esta comunidad se encuentra una escuela ubicada a 1500 m del sitio donde se construirá el actual relleno, teniendo el área de mayor concentración de la población de la comunidad a un Km, ver ilustración 16.

El vertedero no es más que un vertedero a cielo abierto, sin ningún tipo de control. Obviamente, los residuos sólidos no son sometidos a ningún tipo de tratamiento antes de ser depositados. Esto es un gran problema por el grado de contaminación ambiental que representa. Los residuos sólidos son depositados por el camión, se pueden observar una gran cantidad de desechos dispersos, y que han sido arrastrados por el viento. Los residuos sólidos generan una gran cantidad de lixiviados que se infiltran en el suelo, y que también son arrastrados por la corrientes de invierno, ver ilustración 17.

El camino de acceso al botadero se encuentra en un estado desfavorable. Esto porque todo el camino de acceso está en malas condiciones y el tipo de suelo

arcilloso es un problema en invierno, además de las cercanía de las casas que en el 2017 se hizo una mejora a la carpeta de rodamiento pero los pobladores procedieron al robo de este material para rellenar sus casa, lo que ha provocado un deterioro grave en la vía de acceso.

Ilustración 16.- Ubicación del botadero



Fuente: Alcaldía Municipal

Ilustración 17.- Desechos dispersos en áreas del sitio de disposición final



Fuente: propia

El terreno no cuenta con vigilante asignado por la Alcaldía. Además, se mantiene 8 personas que se dedican a actividades de búsqueda y separación de materiales determinados. Los principales tipos de residuos recuperados, son plásticos como envases de bebidas carbonatadas y bidones para almacenar aceite de cocinar.

Éstos son comercializados directamente por las personas del vertedero a intermediarios locales y empresas acopiadoras de materiales. La Alcaldía no tiene control sobre los separadores del vertedero, por lo que no lleva registros de la cantidad ni el tipo de material que se recupera.

g) Seguridad e higiene laboral

La Dirección de Servicios Municipales indica que a los operarios se les entrega su equipo de protección (uniforme, botas, guantes de cuero, mascarillas, entre otros) sin embargo, se pudo comprobar que muchos de estos trabajadores no portan el equipo de protección esto se debe a que este personal no es contratación directa de la municipalidad.

Los operarios del barrido de calles solamente visten el uniforme, botas y guantes. Sin embargo, los operarios de la recolección de residuos mencionaron que la Alcaldía solamente les entrega los guantes de cuero que utilizan.

Durante la recolección, los operarios encargados de recoger los recipientes, levantan barriles, una gran cantidad de residuos de jardinería y sacos pesados hasta la parte trasera del camión, esto lo realizan a lo largo de todo el recorrido, sin cambiar con los operarios que esperan arriba del camión para acomodar los residuos.

Esta acción representa un riesgo para la salud de estas personas ya que se exponen a sufrir de hernia. Así mismo, los operarios encargados de acomodar los residuos, no usan mascarillas ni zapatos adecuados, exponiéndose al contacto directo con los residuos, ver ilustraciones 18 y 19. El día que se tomaran las fotografías, correspondió a un día donde el camión fue utilizado para otras actividades políticas de la municipalidad, este evento es recurrente porque se alquila un camión a un poblador.

Ilustración 18.- Levantamiento de barriles repletos de basura por parte de los operarios



Fuente: Propia

Ilustración 19.- Condiciones de trabajo de los operarios de recolección



Fuente: Propia

Según CEPIS/OPS/OMS (2004) el no usar el equipo de seguridad mínimo por parte de los operarios puede causarle efectos adversos a la salud como:

- Al no usar la mascarilla, se inhalan olores, gases y partículas que pueden causar malestar y enfermedades.
- El no uso de guantes, se pueden pinchar o cortar las manos con objetos punzo cortantes (riesgo de tétano, heridas infecciosas, etc.).
- No se usan botas indicadas para el trabajo y se exponen a pinchazos o cortaduras en los pies con objetos cortantes (riesgo de tétano, heridas infecciosas, etc.).
- Al trabajar sin uniforme de trabajo, da lugar a que se contaminen brazos, piernas y eventualmente la ropa de uso cotidiano y la de su familia.
- No se protegen el cabello y cabeza y se contaminan el cuero cabelludo; el sol tiende a irritar al trabajador y al rascarse la cabeza se corre el riesgo de dañar o infectar el cuero cabelludo o cuello.

A este equipo de trabajo se le paga por día trabajado, sin contrato alguno, razón por la cual no cuentan con chequeos ni seguro médico.

h) Opinión de los pobladores sobre la gestión de servicios municipales

Se les preguntó a los encuestados su opinión sobre la gestión actual de la Alcaldía con el manejo que se le da a de los residuos sólidos a como se observa en el Gráfico 4, la respuesta fue que un 49% tiene una opinión del servicio como buena, esto atribuido al hecho de que se colocaron recipientes para almacenar residuos de limpieza pública, barrido de calles y áreas públicas, ver gráfico 4.

Sin embargo opinan que hacen falta más medidas para que la gestión sea completa, muchos se sienten inconformes con la disposición de los recipientes para almacenar residuos de limpieza pública dado que la gente ubica todo tipo de desechos generando que su capacidad se rebase en pocas horas, creando aglomeración de los residuos en los recipientes, los cuales son volteados por segregadores, perros y cerdos, facilitando la dispersión de estos en las calles.

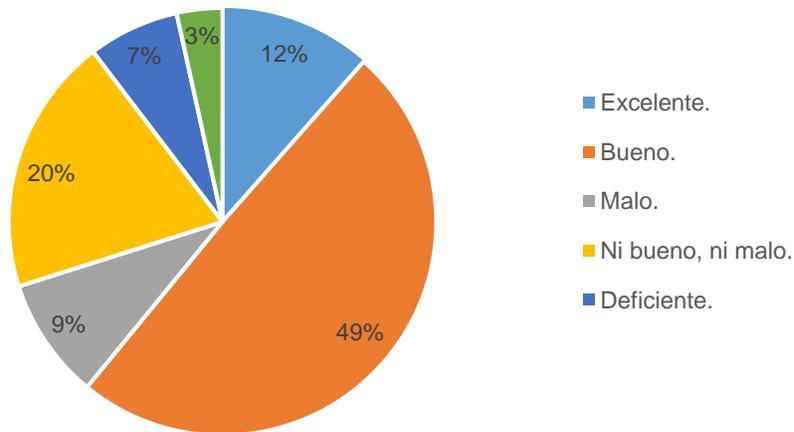
De tal manera, que se está creando incomodidad en los habitantes aledaños a los recipientes, y a los peatones que circulan en el área.

De los encuestados el 6% dicen que el servicio es inexistente, esto debido principalmente a que en sus barrios no se percibe el servicio, ni la ubicación de

recipientes para almacenar residuos de limpieza pública, ni la limpieza de calles en el mismo.

Para la información de capacidad de pago los encuestados respondieron tener disposición a pagar; después de una explicación de todos los costos implicados en el servicio de recolección, transporte y disposición adecuada; es decir, un servicio eficiente, continuo, y que no represente ningún peligro al ambiente y salud.

Grafico 4. Opinión de los encuestados sobre el manejo de los residuos sólidos por parte de la Alcaldía



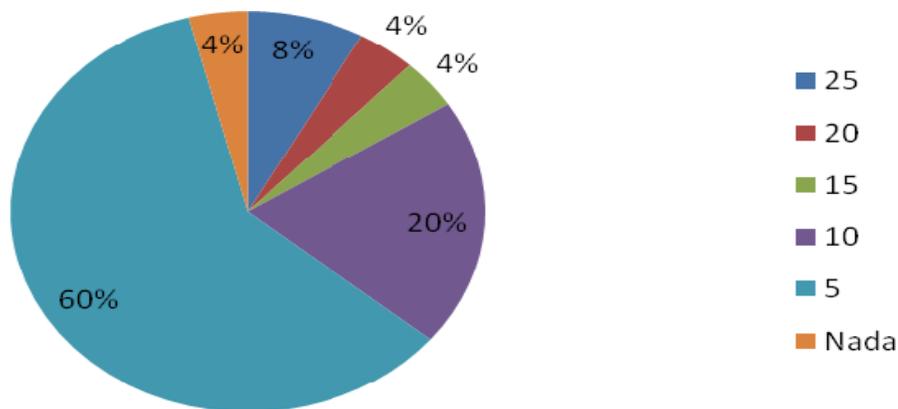
Al recabar esta información también se encontró que los encuestados desconocían que la Alcaldía dispuso un cobro por el servicio, ya que no se les informó ni cobró por el mismo, ver gráfico 5.

Un 60% declara tener la capacidad de pagar cinco córdobas, estos datos de pago fueron puestos de referencia únicamente, ya que son los equivalentes al cobro que se realizan en municipios vecinos. Un 20% tiene la capacidad de pagar 10 córdobas mensuales. Los dueños de negocios (pulpería, distribuidora, comedor, hospedaje) no sienten la capacidad de pagar el costo máximo por el servicio.

Únicamente el 4% encuestado declaró no tener capacidad de pagar nada, esta respuesta fue dada por dificultades económicas y la creencia de que el manejo que le da a sus residuos es adecuado por lo cual no sienten la necesidad de pagar para incorporar sus residuos en el tren de aseo.

Se debe de tomar en consideración que la municipalidad cobra 20 córdobas y la mayoría de los encuestados desconocían este cobro y más aún que solo el 4% están dispuestos a pagar la tasa real del servicio.

Grafico 5. Capacidad de pago mensual por la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos



Fuente: Propia

En lo que respecta a la disposición de los residuos opinaron lo siguiente:

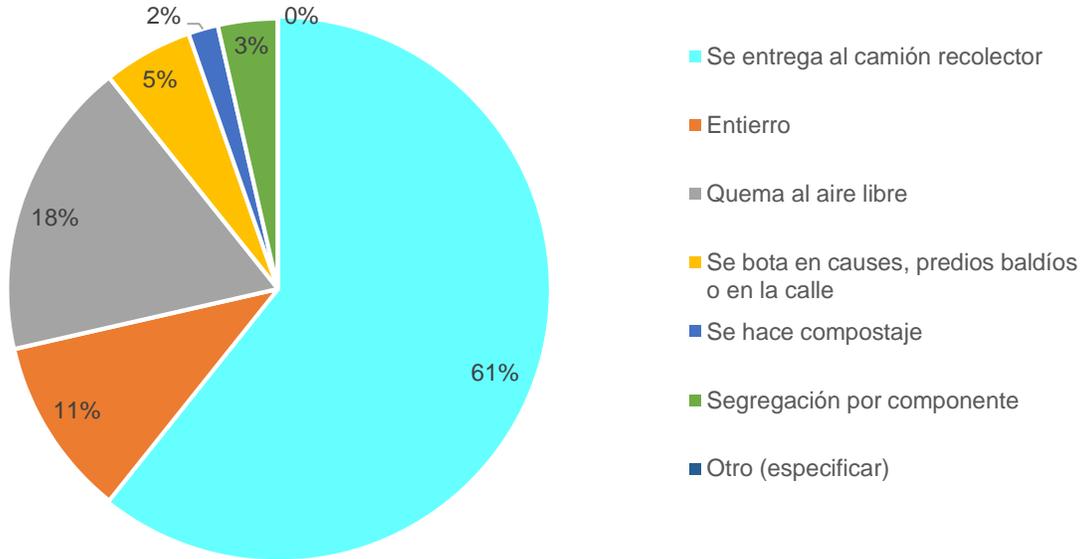
Los pobladores que no están haciendo uso del servicio de recolección son el 34%, tratan sus residuos de una manera tradicional; ya sea enterrándola y/o quemándola o disponiéndola en botaderos ilegales, como se muestra en el Gráfico 6, esto debido ha:

- Desconocimiento de la importancia de integrar sus residuos al tren de aseo
- Desinformación de los días y horas que pasa el mismo
- Falta de consistencia en la frecuencia por parte de la Alcaldía
- El recorrido del tren de aseo no incluye todas las calles de los barrios

Se observa del grafico 6, que el 61% de los pobladores entregan al camión sus residuos, lo que indica que la mayoría de los residuos terminan en el botadero municipal. Otro de los indicadores que han brindado las encuestas es que los

pobladores no están pagando este servicio y que la municipalidad está subsidiando el servicio de tren de aseo.

Grafico 6, Tratamiento de los residuos en los sitios encuestados



Fuente: propia

4.3 Paso No. 3: Establecimiento de los objetivos y alcances del PIGARS

El presente Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos sólidos (PIGARS-2019-2039) para el municipio de Condega, fue diseñado con el objetivo de implementar un manejo integral de los residuos sólidos procedentes de todos los barrios y las comunidades del municipio.

El PIGARS – Condega pretende hacer frente a la problemática ambiental relacionada con el mal manejo de los residuos sólidos, que actualmente atraviesa el municipio, de tal forma que contribuya al mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias de la ciudad, trayendo beneficios tanto para la municipalidad, la salud de la población y el medio ambiente en general.

Para la ejecución e implementación del PIGARS es de vital importancia la participación y colaboración de todos los sectores involucrados, tales como la Alcaldía, la población, las instituciones y el sector privado.

La estructura del PIGARS cumple con una planificación lógica e incluye objetivos, alcances, lineamientos estratégicos, plan de acción y estrategia de implementación y seguimiento.

El principal resultado que muestra el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS-2019-2039), es el Plan de Acción, el cual está estructurado por un conjunto de programas dirigidos a la mejora de las debilidades identificadas a través del diagnóstico. Dichos programas son la expresión textual de los Lineamientos Estratégicos definidos, de los cuales se derivan el conjunto de actividades que integran el plan de acción.

a. Objetivos

Objetivo General

- Proponer acciones orientadas al fortalecimiento de la gestión de los residuos sólidos municipales que contribuya al mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias y de la calidad ambiental en el municipio de Condega.

Objetivos Específicos

- Fortalecer la gestión técnica y administrativa de la Municipalidad relacionada al manejo de los residuos sólidos municipales.
- Desarrollar e implementar instrumentos legales para el fortalecimiento del marco legal municipal relacionado a la gestión.
- Aplicar estrategias dirigidas al fortalecimiento económico de la Municipalidad en relación con el manejo de los residuos sólidos municipales.
- Formular actividades dirigidas al fortalecimiento de las capacidades técnico-operativas del personal, vinculado a la prestación del servicio de manejo de los residuos sólidos municipales.
- Fomentar una conciencia ambiental en la población en los diferentes estratos sociales, económicos y políticos promoviendo así su participación en el manejo de los residuos sólidos.

b. Alcance

Para cumplir los objetivos propuestos en el PIGRAS- Condega, se ha definido un horizonte de planeación a lo largo de los 20 años de vida del proyecto. El área geográfica comprendida en el PIGRAS- Condega, incluye todos los barrios del municipio y comunidades.

4.4 Paso No. 4: Definición de lineamientos estratégicos

Los lineamientos estratégicos seleccionados en la elaboración del Plan de Acción del PIGARS- Condega, están orientados a asegurar la implementación efectiva y el logro de los objetivos planteados, considerando los resultados del diagnóstico situacional y el marco jurídico nacional y local vigente.

Por lo que a continuación se presentan los fortalecimientos que se podrán alcanzar:

- **Fortalecimiento de la Gestión Institucional**

El manejo integrado de los residuos sólidos requiere de la participación conjunta de la Alcaldía y sus direcciones (Servicios Municipales, Recursos Humanos, Medio Ambiente, Finanzas, Catastro, Proyectos, entre otros), entidades gubernamentales y no gubernamentales, sector privado y población en general, que, al conjugar esfuerzos, incidirán positivamente en las diferentes etapas de la gestión de los residuos, optimizando y potenciando recursos tanto económicos como humanos.

- **Fortalecimiento del Marco Legal**

El marco legal local deberá actualizarse tomando en cuenta las necesidades y capacidades de la municipalidad para una gestión integral y manejo de los residuos sólidos, diferenciando todos los sectores sociales vinculados directa o indirectamente tanto en la generación como en la gestión de los residuos y enmarcándose en la legislación nacional.

- **Fortalecimiento Económico**

Es de gran importancia para la Municipalidad contar con un Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos práctico y sustentable; para lograrlo deberá de mejorar los métodos de cobro (por servicios de recolección de residuos y barrido de calles) y actualizar las tarifas establecidas y la base de datos de los usuarios del servicio. Asimismo, puede aprovechar (valorizar) los residuos recuperados en el vertedero,

con el fin de obtener beneficios económicos de los residuos generados en el municipio.

- **Capacitación y Asistencia Técnica**

Para un manejo integral de los residuos sólidos se requiere desarrollar asistencia técnica y capacitaciones continuas, enfocadas al personal involucrado con la prestación del servicio, partiendo desde la seguridad laboral. De esta forma se garantizará la salud e higiene laboral y la eficiencia del Plan de Manejo.

- **Educación Ambiental y Participación Ciudadana**

Una solución a los problemas causados por la generación y el manejo inadecuado de los residuos sólidos (relacionados directamente con los hábitos de consumo y la poca educación ambiental e higiénico-sanitaria de la población), estará en la educación y participación conjunta, activa y organizada de la ciudadanía y las autoridades competentes en la temática.

4.4.1 Periodo de planificación

Las acciones del Plan de Gestión se pueden clasificar según el período de planificación, en acciones de:

- Corto plazo: De 0 a 2 años
- Mediano plazo: De 3 a 5 años
- Largo plazo: De 6 a 15 años

Las acciones de corto plazo corresponden a las actividades de puesta en marcha del Plan, las cuales son de vital importancia al ser el punto de partida y base para las acciones de mediano y largo plazo. Las acciones expresadas en un periodo de 2019 al 2039 son de carácter permanente.

4.4.2 Actores sociales involucrados en la ejecución del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

PIGARS- Condega fue diseñado para beneficiar al municipio; es por esto que, para su adecuada ejecución, se requiere de la acción conjunta de los distintos sectores

sociales tanto privados como públicos, siendo la Alcaldía el ente coordinador del mismo. Los actores involucrados identificados son los siguientes:

- **Policía Nacional**

La Policía Nacional es la encargada de establecer el orden público y la seguridad de la población afirmando el cumplimiento de las leyes; por lo que su presencia se hace indispensable en actividades como la clausura de botaderos ilegales, campañas de limpieza, en eventos públicos, entre otros.

- **Ministerio de Salud (MINSA)**

Una de las funciones del MINSA es contribuir a la mejora de las condiciones de salud de los pobladores. Por lo que debe trabajar en conjunto con la municipalidad para asegurar las condiciones higiénico-sanitarias del municipio, participando en las campañas de sensibilización ambiental, en campañas de limpieza, en capacitaciones a la población y personal de servicio y emitiendo multas y sanciones a quienes alteren dichas condiciones.

- **Ministerio de Educación (MINED)**

Al ser el responsable del sistema de educación básica y media, el MINED debe diseñar e implementar estrategias relacionadas con la educación ambiental en los colegios públicos y privados del municipio, incentivando en los niños y jóvenes una conciencia ambiental a través de campañas de sensibilización, de reciclaje, separación y re-uso de residuos sólidos.

- **Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)**

El MARENA como institución encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del ambiente, formula, propone, dirige y supervisa el cumplimiento de las políticas nacionales del ambiente, así mismo debe orientar actividades dirigidas a la sensibilización ambiental de la población. Por lo cual debe brindar su apoyo a la municipalidad en las campañas de limpieza, campañas de educación ambiental, capacitaciones de temáticas ambientales y planificación de proyectos.

- **Juzgado Local**

Es la entidad pública encargada de la aplicación de la justicia, por lo cual debe hacer cumplir las leyes y asegurar el pago de las multas y sanciones.

- **Líderes comunales y religiosos**

Una comunidad organizada facilita la implementación de campañas de educación y sensibilización ambiental para la población, por lo que los líderes comunales y religiosos son claves en la comunicación entre la municipalidad y la población.

- **Sector privado**

El sector privado debe ser un promotor del cumplimiento de las regulaciones emitidas por la municipalidad relacionadas a la prestación del servicio de recolección y limpieza, así mismo puede apoyar económicamente a la misma, participar en campañas ambientales y desarrollar capacitaciones internas.

- **Organizaciones no Gubernamentales (ONG´s)**

Las ONG´s son entidades de carácter privado, con fines y objetivos humanitarios y sociales, por lo cual pueden apoyar a la Municipalidad con recursos humanos y económicos para el desarrollo e implementación del PIGARS- Condega.

4.5 Paso No. 5: Formulación del plan de acción del PIGARS

En las tablas a continuación se presentan las acciones correspondientes a cada uno de los lineamientos estratégicos planteados. Para cada lineamiento se establecieron objetivos y metas específicos, ver tablas (36,37,38,39.) en anexos.

4.5.1 Estrategia de implementación del PIGARS

Para la puesta en marcha del PIGARS, es necesario el desarrollo de una serie condiciones básicas para garantizar su adecuada ejecución y desempeño.

- Como primera medida se requiere la oficialización del PIGARS – Condega por parte del Concejo Municipal a través de una Ordenanza Municipal que regule su aplicación en el municipio, como instrumento de gestión ambiental.
- Incorporar el Plan de Acción en el Plan Anual de Inversión Municipal.

- Desarrollar una presentación del PIGARS – Condega ante la mesa de donantes, con el fin de conseguir recursos financieros para alcanzar las acciones propuestas en el Plan de Acción.
- Las acciones presentadas en el Plan de Acción, se deben de articular con las acciones ya existentes en el manejo actual de los residuos sólidos.
- Crear, estructurar, legalizar e implementar una Comisión Municipal de Manejo de Residuos Sólidos, tal como lo establece la Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2016 - 2023), la cual estará presidida por el Alcalde Municipal e integrada por representantes de las instituciones del Estado con presencia en el territorio, miembros de ONG´s locales, sector privado, organizaciones de la sociedad civil, entre otras.
- Implementar las acciones a corto plazo, priorizando la reestructuración y aplicación de nuevas tarifas diferenciadas que permitan reducir el subsidio por la prestación del servicio. De esta manera se podrán desarrollar las actividades que requieran de recursos económicos, con los cuales actualmente la Alcaldía no cuenta.
- Fortalecer el cobro por la prestación del servicio en el ámbito municipal.

Con el fin de disponer de los recursos económicos necesarios para garantizar la implementación del PIGARS, es indispensable contar con la transferencia completa de los ingresos monetarios recaudados por el servicio.

- La ejecución del PIGARS - Condega deberá darse mediante la ejecución de Planes Operativos Anuales (POA), preparados por la Dirección de Medio Ambiente y la Dirección de Servicios Municipales, en coordinación con las demás direcciones y departamentos de la municipalidad involucrados.
- Programar reuniones y acciones en conjunto, de la Dirección de Medio Ambiente y la Dirección de Servicios municipales, para visualizar la gestión de los residuos no solo como un servicio sino como un aspecto ambiental.
- Programar periódicamente reuniones internas para abordar los avances y resultados de la implementación del Plan.

- Fortalecer las capacidades materiales y humanas de la Dirección de Medio Ambiente y la Dirección de Servicios Municipales.
- Para lograr una efectiva aplicación del instrumento se requiere formar vínculos de cooperación interinstitucional, específicamente en temas de residuos sólidos que contribuya al desarrollo de las actividades dentro del PGIRS.
- En coordinación con el Ministerio de Educación (MINED), desarrollar una propuesta de reformas educativas para todos los niveles del sector educativo
en el municipio de Condega, incorporando temáticas sobre manejo de residuos sólidos (reducción, re-uso, buenas prácticas de almacenamiento, reciclaje, elaboración de abonos orgánicos), que garantice una conciencia ambiental en las futuras generaciones.
- La estrategia de comunicación y divulgación del Plan se debe de realizar en un mediano plazo, para asegurar la participación ciudadana en la ejecución del Plan de Acción.
- Mejorar la infraestructura vial de la ciudad, especialmente en las calles más deterioradas por las que circula el camión recolector, para evitar retrasos en el micro-ruteo.
- Actualizar y aplicar el Plan de desarrollo urbano y el catastro de usuarios del servicio de recolección de residuos.
- Aplicar el Método de las 5 S en la Municipalidad, en el que se debe eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil, organizar el espacio de trabajo de forma eficaz, mejorar el nivel de limpieza de los lugares y prevenir la aparición de la suciedad y el desorden. Así se mejorarán las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable trabajar en un sitio limpio y ordenado), la seguridad en el trabajo, entre otros.

4.5.1 Evaluación, control y seguimiento del Plan de Acción

La evaluación, control y seguimiento del Plan de Acción, estará a cargo de la Dirección de Servicios Municipales, con el apoyo de las demás direcciones de la Municipalidad involucradas y de la Comisión Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Para lograr el control y seguimiento del Plan, se debe evaluar la efectividad y avances de éste a través de reuniones periódicas entre los diferentes actores y de la aplicación de indicadores, de esta forma identificar las debilidades en su aplicación y atenderlas de forma inmediata.

Los resultados deberán ser publicados anualmente, a través de un informe por el personal a cargo.

Es necesaria la revisión y actualización periódica del Plan de Acción, de acuerdo a los logros y resultados obtenidos en el período de ejecución, preferiblemente una vez al año. Esta acción debe incluir la revisión de las tarifas del servicio recolección y limpieza, como base de recursos financieros para implementar el Plan de Acción.

4.6 Disposición final de los residuos sólidos y sub productos

4.6.1 Evaluación de sitio

En la tabla 28, se asignó un puntaje de acuerdo con el cumplimiento de éste con relación a las consideraciones sanitarias, urbanísticas y económicas antes referidas. Como criterio de asignación de puntaje de cumplimiento se especifica lo siguiente: Excelente (4), Muy Bueno (3), Bueno (2), Regular (1), Malo (0).

Tabla 28.- Evaluación del sitio

CONSIDERACIONES	VALORES GUIAS	VALORES REALES	CUMPLIM DE VALORES	% DE CUMP. Y GUIA	PUNT.
Distancia del perímetro urbano 500 m	>500	4 km.	Si	100%	4
Tiempo de traslado del centro urbano al sitio del R. Sanitario	<30 min.	20 min.	Si	100%	4
Ubicación con respecto a los vientos	Sotavento	Si	Si	100%	4
Protección a los Recursos Naturales	Condiciones Ambientales	Si	Si	100%	4
Alejado de las fuentes de agua superficiales.	> 150 mts.	Si	Si	100%	4
Profundidad del manto freático	> 10mts.	68.63 mts.	Si	100%	4
Coefficiente de permeabilidad bajo	2.1×10^{-3} cm. /seg.	1×10^{-6} Cm. /seg.	Si	50%	4
Compatibilidad con el desarrollo urbano	Si	Si	Si	100%	4
Vida Útil	> 10 años	20 años	Si	100%	4
Cercanía del material de cobertura	Dentro del terreno	Se localiza en el sitio	Si	100%	4
Propiedades del material de cobertura	Arcilloso arenoso	Limo-arcilloso	Si	75%	3
Pendiente promedio mínima del T. Natural	1%	4	Si	100%	3
Costos y proceso de adquisición del terreno (tenencia)	Propiedad de Alcaldía	Propiedad de la Alcaldía	Si	100%	4
Total					51

4.6.2 Descripción de los resultados de la evaluación del sitio de disposición final de los desechos sólidos

El sitio adquirido está ubicado a 4 kilómetros del centro de la ciudad. El sitio describe una pendiente negativa moderada entre 2 al 4 % partiendo de la parte frontal del terreno suroeste abarcado aproximadamente 75% de dicho terreno, y el resto que va hacia la dirección noreste, cuenta con pendientes que van de 30 hasta 40%.

Se estimó que la pendiente existente en la primera parte y que abarca el 78% del terreno sea suficiente para lograr la canalización del drenaje pluvial y del líquido percolado lixiviados, este último hacia los canales de recolección que lo conducirán hacia la planta de tratamiento.

Según observaciones realizadas in situ este terreno. Se considera que la segunda parte del terreno con pendientes pronunciados sea apta para construir el sistema de tratamiento de los lixiviados.

El Ministerio del Ambiente de Nicaragua en su ley orgánica sobre el medio ambiente en concreto al tema de manejo de residuos sólidos, si exige una valoración ambiental del proyecto, se pueden ver en él anexo las matrices con el análisis de la valoración ambiental.

Hasta este punto, los parámetros analizados indican que el sitio propuesto reúne las condiciones que lo hacen factible para la implementación de un relleno sanitario como sistema de disposición final. Se hace notar la plena disposición de las la administración de la Ciudad de Condega para llevar a cabo este proyecto con prontitud.

4.6.3 Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y área requerida para el relleno sanitario

Se utilizó el método de proyección Geométrica de la población, tomando como población base el año 2019 con una población de 13, 866 habitantes del municipio de Condega, con tasa de crecimiento poblacional de 2.44% estos datos

son obtenidos de los registros de INIDE. Se consideró como una economía homogénea.

A manera de cálculos, utilizando las informaciones de caracterizaciones disponibles sobre los residuos sólidos de la ciudad de Condega PPC, Densidad suelta, Porcentaje de los componentes, así como los datos relacionados con la población total 13,866 habitantes, la tasa de crecimiento 2.44 % anual, la cobertura de recolección 95% se procedió a determinar tanto la población servida así como la cantidad de residuos sólidos, proyectados a 20 años.

En seguida se presentan las tablas de cálculos realizados:

Tabla 29.- Proyección de población y generación de residuos

N.º Año	Tasa de cre./año (%)	Población proyectada (hab/año)	Cobertura (%)	Población Servida (# hab)	PPC (Kg/Hab./ día)	Ds Generada (kg/día)
2019	2.44	13, 866	95		0.45	
1	0.024	14,204	95.24	13,529	0.45	6,149
2	0.024	14,551	95.49	13,894	0.46	6,378
3	0.024	14,906	95.73	14,270	0.46	6,616
4	0.024	15,270	95.98	14,656	0.47	6,863
5	0.024	15,642	96.23	15,052	0.47	7,119
6	0.024	16,024	96.47	15,459	0.48	7,384
7	0.024	16,415	96.72	15,876	0.48	7,660
8	0.024	16,815	96.97	16,306	0.49	7,945
9	0.024	17,226	97.22	16,746	0.49	8,242
10	0.024	17,646	97.47	17,199	0.50	8,549
11	0.024	18,077	97.72	17,664	0.50	8,868
12	0.024	18,518	97.97	18,141	0.51	9,199
13	0.024	18,969	98.22	18,632	0.51	9,542
14	0.024	19,432	98.47	19,135	0.52	9,898
15	0.024	19,906	98.72	19,652	0.52	10,267
16	0.024	20,392	98.98	20,183	0.53	10,650
17	0.024	20,890	99.23	20,729	0.53	11,047
18	0.024	21,399	99.48	21,289	0.54	11,459
19	0.024	21,922	99.74	21,865	0.54	11,887
20	0.024	22,457	100.00	22,456	0.55	12,330

Tabla 30.- Determinación de áreas y volúmenes requeridos

No	DSp= (kg/día)	DS _{p/año} (ton/año)	DS _{p/año} (ton/año)	VDSsd (m3/d)	VDSsac (m3/año)	VDSed (m3/d)	VDSea (m3/año)	VRSE (m3/año)	VRSEa _c (m3/año)	ARSe (m2)	ARSe (Ha)	ARSt (m2)	ARSt (Ha)	Largo = V/(axh) (m)	Ancho superf. (m)	Ancho base Inf y superf. (m)	Largo superf. (m)	Largo base Inf y superf. (m)	ARSe (Superf.) (m2)	ARSe (Superf.) (Ha)	ARSt (Superf.) (m2)	ARSt (Superf.) (Ha)
1	6,149	2244	2244	11.71	4275	10.25	3741	4489	4489	561	0.06	729	0.07	19	34	26	24	23	15	17	772	0.08
2	6,378	2328	4572	12.15	4434	10.63	3880	4656	9145	582	0.06	757	0.08	19	34	26	24	23	15	17	796	0.08
3	6,616	2415	6987	12.60	4600	11.03	4025	4830	13974	604	0.06	785	0.08	20	34	26	24	24	16	18	820	0.08
4	6,863	2505	9492	13.07	4771	11.44	4175	5010	18984	626	0.06	814	0.08	21	34	26	24	25	17	19	846	0.08
5	7,119	2598	12090	13.56	4949	11.86	4331	5197	24181	650	0.06	844	0.08	22	34	26	24	26	18	20	872	0.09
6	7,384	2695	14786	14.07	5134	12.31	4492	5391	29572	674	0.07	876	0.09	22	34	26	24	26	18	20	900	0.09
7	7,660	2796	17582	14.59	5325	12.77	4660	5592	35163	699	0.07	909	0.09	23	34	26	24	27	19	21	928	0.09
8	7,945	2900	20482	15.13	5524	13.24	4833	5800	40963	725	0.07	943	0.09	24	34	26	24	28	20	22	958	0.10
9	8,242	3008	23490	15.70	5730	13.74	5014	6017	46980	752	0.08	978	0.10	25	34	26	24	29	21	23	988	0.10
10	8,549	3120	26610	16.28	5944	14.25	5201	6241	53221	780	0.08	1014	0.10	26	34	26	24	30	22	24	1020	0.10
11	8,868	3237	29847	16.89	6165	14.78	5395	6474	59695	809	0.08	1052	0.11	27	34	26	24	31	23	25	1053	0.11
12	9,199	3358	33205	17.52	6395	15.33	5596	6715	66410	839	0.08	1091	0.11	28	34	26	24	32	24	26	1087	0.11
13	9,542	3483	36688	18.18	6634	15.90	5805	6966	73375	871	0.09	1132	0.11	29	34	26	24	33	25	27	1123	0.11
14	9,898	3613	40300	18.85	6881	16.50	6021	7225	80601	903	0.09	1174	0.12	30	34	26	24	34	26	28	1160	0.12
15	10,267	3747	44048	19.56	7138	17.11	6246	7495	88096	937	0.09	1218	0.12	31	34	26	24	35	27	29	1198	0.12
16	10,650	3887	47935	20.29	7404	17.75	6479	7775	95870	972	0.10	1263	0.13	32	34	26	24	36	28	30	1237	0.12
17	11,047	4032	51967	21.04	7680	18.41	6720	8064	103935	1008	0.10	1310	0.13	34	34	26	24	38	30	32	1278	0.13
18	11,459	4183	56150	21.83	7967	19.10	6971	8365	112300	1046	0.10	1359	0.14	35	34	26	24	39	31	33	1321	0.13
19	11,887	4339	60489	22.64	8264	19.81	7231	8677	120977	1085	0.11	1410	0.14	36	34	26	24	40	32	34	1365	0.14
20	12,330	4500	64989	23.49	8572	20.55	7501	9001	129978	1125	0.11	1463	0.15	38	34	26	24	43	34	28	1445	0.14

Tal cómo se puede observar en los cuadros anteriores, las áreas y volúmenes requeridos determinados para la disposición final de los desechos sólidos generados en el municipio de Condega, así como para la construcción de las obras auxiliares que exigen el referido sitio, se encuentran verificadas.

Las áreas levantas 4 manzanas o su equivalencia de 2.82 Hectáreas, satisfacen la demanda de áreas requeridas, incluyendo las áreas para obras auxiliares, para 20 años de vida útil, los cálculos dan 2.75 hectáreas (ARSt (Superf.)), que no superan el área disponible topográficamente para la construcción del relleno sanitaria para un periodo de 20 años.

4.6.4 Dimensionamiento de trincheras

Los criterios que se han utilizados para el cálculo y el dimensionamiento de las trincheras fueron los siguientes:

- Se define que una trinchera o zanja No. 1, servirá para enterrar las desechos recolectadas durante un período de 1.56 años.
- Se define que las zanjas serán construidas con maquinaria pesada que generalmente tienen un rendimiento de 20 m³ por hora de corte.
- La población equivalente a servir, es de 13, 866 hab.
- La producción per. cápita media a utilizar es 0.45 kg./hab./día
- La cobertura del servicio de recolección, se estima en un 95%.
- El material de cobertura es de 20 % del volumen de desecho a enterrar.
- La densidad de desecho compactada en el relleno es de 455 Kg. /m³.
- La densidad de desecho estabilizada es de 700 Kg. /m³

Asumiendo 2 metros la profundidad de excavación equivalente al 50% en relación al 100% de la profundidad total 4 metros con un su equivalencia volumétrica de 3,080.00(44*10*7) m³, se tiene 880 (2*44*10) m³ para determinar:

Tiempo de maquinaria requerido por zanja

$$= \frac{880 \text{ m}^3}{20 \text{ m}^3 / \text{hora} \times 10 \text{ horas días}} = 4.40 \text{ días}$$

Dimensionamiento de celda diaria

Una vez más se tomó en cuenta el año medio correspondiente al periodo de vida útil del relleno sanitario tenemos una cantidad de recolección de desechos sólidos diario de **2, 715 kg/día** siendo el porcentaje de cobertura de recolección proyectado y planificado de 95%. Por otro lado, considerando una frecuencia de dos veces por semana se tiene $2, 715 \times 2 \text{ días} = 5, 430 \text{ kg} / \text{día}$ de operación, valor que se tomó como base para calcular la dimensión de la celda de operación del día de operación del relleno sanitario (o día laborable).

Cantidad volumétrica de desechos sólidos por día laborable en el relleno **(6 días x semana)**

$$\frac{5, 430 \text{ Kg} / \text{día}}{455 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 12 \frac{\text{m}^3}{\text{Día Laboral}}$$

Asumiendo Altura = 0.8 m Ancho = 6m

Volumen de la celda diaria = Altura x ancho x largo

$$\text{Largo} = \frac{\text{Volumen de la celda diaria}}{\text{Altura} \times \text{Ancho}} = \frac{12}{0.8 \times 6} = 2.5 \text{ m}$$

Las dimensiones de la celda serán: Alto = 0.8 m, Ancho = 6 m, largo 2.5 m. Alto efect. = 0.80 m de desechos compactados; 0.20m de material de cobertura compactado.

Este volumen de celda diaria puede ser ajustado dependiendo del número de días comprendido entre cada recolección durante la semana. El procedimiento a seguir para obtener el nuevo volumen de celda es similar al mostrado anteriormente.

4.6.5 Drenaje pluvial externo

Con el fin de evacuar las aguas de escorrentías de las áreas tributarias del relleno sanitario por un lado, y por otra parte evitar la entrada de escorrentías superficiales provenientes de áreas adyacentes a las del relleno, se hizo uso del método racional $Q = CIA$ para la determinación de los diversos caudales de diseño y modelos matemáticos característico a los canales abiertos para los cálculos de las diversas dimensiones de las secciones adecuadas.

Una vez construida las trincheras estas se impermeabilizarán por lo que la infiltración del agua pluvial hacia el subsuelo será restringida. El área de drenaje se determinó mediante una inspección visual del sitio y utilizando el plano obtenido del levantamiento topográfico.

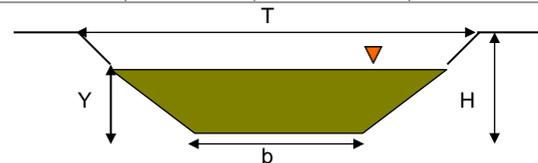
El caudal esperado, se calcula de la siguiente forma: se considera un tiempo de concentración de 10 minutos, El valor de intensidad obtenido del gráfico de la estación Meteorológica Ordinaria de la ciudad de Condega para un tiempo de concentración (duración) de 10 min. Y un período de retorno de 50 años, corresponde al valor máximo de la curva, que es de 180 mm/hora.

Tabla 31.- Cálculo de los caudales de drenaje pluvial

Trin	Área Tribut.		CEsc.	% Pend	P. Retn	Durac.	Inten.	Caudal $Q = C I A$			Suma Q
Área	m ²	pie ²	C	S	T (años)	Td (min.)	i (pulg/hr)	(pie ³ /seg.)	(m ³ /seg.)	(lt/seg.)	Qd (pie ³ /seg.)
1	1869	20117	0.35	1.5	50	10	7.68	0.1162	0.0033	3.29	0.116
2	2474	26629		1.5				0.1539	0.0044	4.36	
3	2232	24019		1.5				0.1388	0.0039	3.93	
4	2582	27787		1.5				0.1605	0.0045	4.55	
Caudal acumulado											16.12 Lt. /seg.

Tabla 32.- Cálculo y diseño de los canales perimetrales de cada trinchera para el drenaje pluvial

	Dimensión	% Pd	Qd	n Man.	Vel perm.	Pend. Tal.	Rad.Hid.	A. moj.	Per.moj.	Tirante	Base	Ecuación	Tiran.	Base	Alt. canal
Ar.	Área (m)	S	pie ³ /seg.	(estim.)	Pie/seg.	Lateral Z	R(pies)	A(pies ²)	P(pies)	y (pies)	b(pies)	0 < Ec < 1	y(cm.)	b(cm.)	H=1.3*y(cm.)
1	1869	1.5	0.1162	0.029	6	1.5	0.931	0.019	0.021	0.025	0.737	0.807	0.76	22.5	0.99
2	2474		0.1539	0.029		1.5	0.931	0.026	0.028	0.025	0.988	0.985	0.76	30.1	0.99
3	2232		0.1388	0.029		1.5	0.931	0.023	0.025	0.025	0.888	0.953	0.76	27.1	0.99
4	2582		0.1605	0.029		1.5	0.931	0.027	0.029	0.025	1.033	1	0.76	31.5	0.99



B = 20 cm.
H = 10 cm.
T = 26 cm.

Tabla 33.- Diseño de canales secundarios

Canales	Qd	n Man.	Vel	P.Tal.	Radio Hid.	Área moj.	Perim moj.	Tirante	Base	Ecuación	Tirante	Base	Alt. canal
Sec.	Pie ³ /seg.		Pie/seg.	Z	R(pies)	A(pies ²)	P(pies)	y(pies)	b(pies)	0 < Ec < 1	y(cm.)	b(cm.)	H =1.3xy(cm.)
S1	4.013	0.029	4.05	1.5	0.516	0.991	1.9192	0.680	0.437	0.9699	20.73	13.3	26.94
S2	9.027	0.029	3.71	1.5	0.453	2.433	5.3750	0.570	3.414	0.0940	17.37	104.1	22.59
S3	7.880	0.029	3.71	1.5	0.453	2.124	4.6919	0.600	2.640	0.1115	18.29	80.5	23.77

Conclusión: Se propone tres secciones de Colectores principales y son las siguientes:

- 1) la de la S1 con b = 13.00 cm., H = 27 cm. y T = 20 cm.
- 2) La de la S2 con b = 104 cm., H = 23 cm. y T = 156 cm.
- 3) La de la S3 con b = 80 cm., H = 24 cm. y T = 121 cm.

4.6.6 Drenaje de gases

Las chimeneas de gases serán construidas con tubos de PVC, SDR 41, de 12" de diámetro, perforado en toda su periferia y longitud con orificios de ½" de diámetro, separados entre sí por una distancia de 10 cms. en este caso se recomienda hacerlas con cuartones de madera de 3" x 2" y malla rellena con piedra de 3 – 4 pulgadas. La elevación de las chimeneas sobre el acabado final del relleno sanitario no deberá ser menor de 30 cms., terminando la tubería con dos codos que den al extremo la forma de U invertida. En la boca de la tubería deberá de colocarse una malla que evite la introducción de insectos y roedores.

La separación entre chimenea y chimenea no podrá ser mayor de 50 mts. Y deberá hacerse una buena compactación alrededor.

4.6.7 Drenaje y disposición de líquido percolado

a. Estimación de volumen de lixiviados generado por el relleno sanitario

$A = 21,168 \text{ m}^2$: solo área efectiva del relleno sanitario (ARSe (Supf.)).

$$P = 1145.49 \text{ mm} = 1.15 \text{ m}$$

$$K = 35\%$$

$$Q = p * A * k \text{ (m}^3 \text{ año)} \quad 8520$$

$$Q = p * A * k \text{ (m}^3 \text{ días)} \quad 23.34$$

$$Q = p * A * k \text{ (l/días)} \quad 23,342.47$$

$$Q = p * A * k \text{ (l/s)} \quad 0.260$$

De esta deducción de cálculo el caudal de diseño para la planta será de 23.34 m³/día.

4.6.8 Diseño del sistema de tratamiento de los lixiviados producidos

Se tomaron en cuenta los análisis de lixiviados realizados en los laboratorios ambientales del PIENSA.

Calidad de los lixiviados

pH =	7.80
Conductividad electrica =	28.75 ms/cm
Sólidos Totales (ST) =	52,414.00 mg/L
Sólidos Volátiles (STV) =	15,905.00 mg/L
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	5,185.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST) =	9,751.00 mg/L
Sólidos Fijos (SF) =	4,564.00 mg/L
Sólidos Sedimentales (SSD) =	20.97 mg/L/h
DBO ₅ =	1,490.00 mg/L
DQO =	30,528.00 mg/L
Grasas y Aceites =	64.00 mg/L
Alcalinidad Total =	950.00 mg/L

Paso 1: Flujo de cálculos del sedimentador primario

$$V_1 = ((SST * Q * 0.7 * (1 - SSV) / 0.04) * TR) / 10^9$$

Donde:

V₁ = Volumen útil destinado para almacenamiento de sólidos (M³)

SSV = Sólidos Suspendidos Volátiles (expresados como fracción de los SST mg/Lt)

SST = Sólidos Suspendidos Totales (expresados como fracción de los ST. mg/Lt)

T_R = Tiempo de residencia de sólidos. (DIAS)

$$V_1 = (((0.15 * 5,185 \text{ mg/Lt}) * 23,342.47 \text{ lts/día} * 0.7 * (1 - 0.30 / 0.04) * 180 \text{ días} / 10^9)$$

$$V_1 = 40.03 \text{ m}^3$$

En tal caso, el volumen útil de la "fosa" será:

$$V_u = Q * TRH + V_1$$

Donde:

V_u = Volumen útil total de la "fosa séptica" (M³)

Q = caudal diario (m³/día)

TRH = Tiempo de Residencia Hidráulico (en días)

$$V_u = 23.34 \text{ m}^3/\text{día} * 0.72 \text{ días} + 40.03 \text{ m}^3 \quad V_u = 56.837 \text{ m}^3$$

Paso 2: Filtro Anaerobio

Para efecto del cálculo, el dimensionamiento del "Filtro anaerobio" se obtiene por la siguiente formula:

$$\begin{aligned} \text{a) } V_{uf} &= 1.60 * Q * TRH \\ V_{uf} &= 1.60 * 23.34.05 \text{ m}^3/\text{día} * 0.72 \text{ días} \\ V_{uf} &= 26.89 \text{ m}^3 \\ S &= V_{uf}/2 = 13.45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

S = Sección horizontal (superficie)

Paso 3. Dimensionamiento de los Reactores

Profundidad útil del tanque séptico H = 1.5 m (propuesto)

1. Ancho b = 4.00 m (propuesto)

Verificación de la dimensión de "b" según normativa brasileña.

- Relación entre largo L y ancho b $3.2 = < L/b > = 4$
- Ancho interno (b) = no mayor de 2 veces h útil

Sustituyendo en la ecuación: Volumen (m^3) = l * b * H

Tendremos:

$$V = 2b * b * h$$

$$V = 2b^2 * h$$

Despejando tendremos la nueva ecuación:

$$b = \sqrt{V/2H}$$

Sustituyendo tendremos:

$$b = 6.53 \text{ m} \text{ condición satisfecha}$$

$$b = 6.53 \text{ m} < 2 (1.5)$$

Condición satisfecha porque b calculada es mayor a la propuesta.

Paso 4. Determinación de la longitud total L del tanque séptico

$$L = V/b * H$$

Sustituyendo tendremos: $L = 56.837 / (4 \times 1.5)$

$$L = 9.4728 \text{ m}$$

La fosa séptica se dividirá en dos cámaras que estarán separadas por una pantalla de hormigón armado, con aberturas para permitir el flujo de la primera a la segunda cámara, por lo cual se presenta su cálculo:

- Cálculo de la 1ª cámara: $P_c = 2/3 L$ $P_c = 2/3 * 9.4728 = 6.32 \text{ m}$
- Cálculo de la 2ª cámara: $S_c = 1/3 L$ $S_c = 1/3 * 9.4728 = 3.1576 \text{ m}$

Paso 5. Cálculo de aberturas en pantalla:

$$\text{Área transversal de la fosa} = b * h = 1.5 \text{ m} * 4 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$$

$$\text{Se tomará el 5\% del área transversal} = 6 * 0.05 = 0.3 \text{ m}^2$$

Se usará un diámetro de 6 pulg. Por efectos constructivos

- Área de $\phi 6'' = \pi 0.15^2 / 4 = 0.0177 \text{ m}^2$
- N° de orificios = $0.3 / 0.0177 = 16 \equiv 16$ orificios de 6 pulgadas cada uno

Paso 6. Cálculo de la altura h de colocación del invert de los orificios constituidos por tubos de 6 pulgadas:

$$h = 2/3 H \text{ Con } H = 1,5 \text{ m}$$

$$h = 2/3 * 1.5 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

El invert de los orificios quedaría a una distancia $1.5 \text{ m} - 1 \text{ m} = 0.5 \text{ m}$ sumergido.

Determinación de la velocidad de sedimentación de partículas de reactores del primer período.

Considerando:

Tamaño mínimo de partículas a remover = 0.1 mm.

$$(V_o = 8.00 \text{ mm / seg.}) = 0.0008 \text{ m/seg.}$$

$$\text{Velocidad de sedim.} = V = Q / A$$

A = área vertical a recorrer

$$A = b \times h$$

$$V = 0.00024684 / (1.5 \times 4) \text{ m}^2$$

$V = 0.00004140 \text{ m/seg} < 0.0008 \text{ m/seg}$ Condición de velocidad de sedimentación satisfecha.

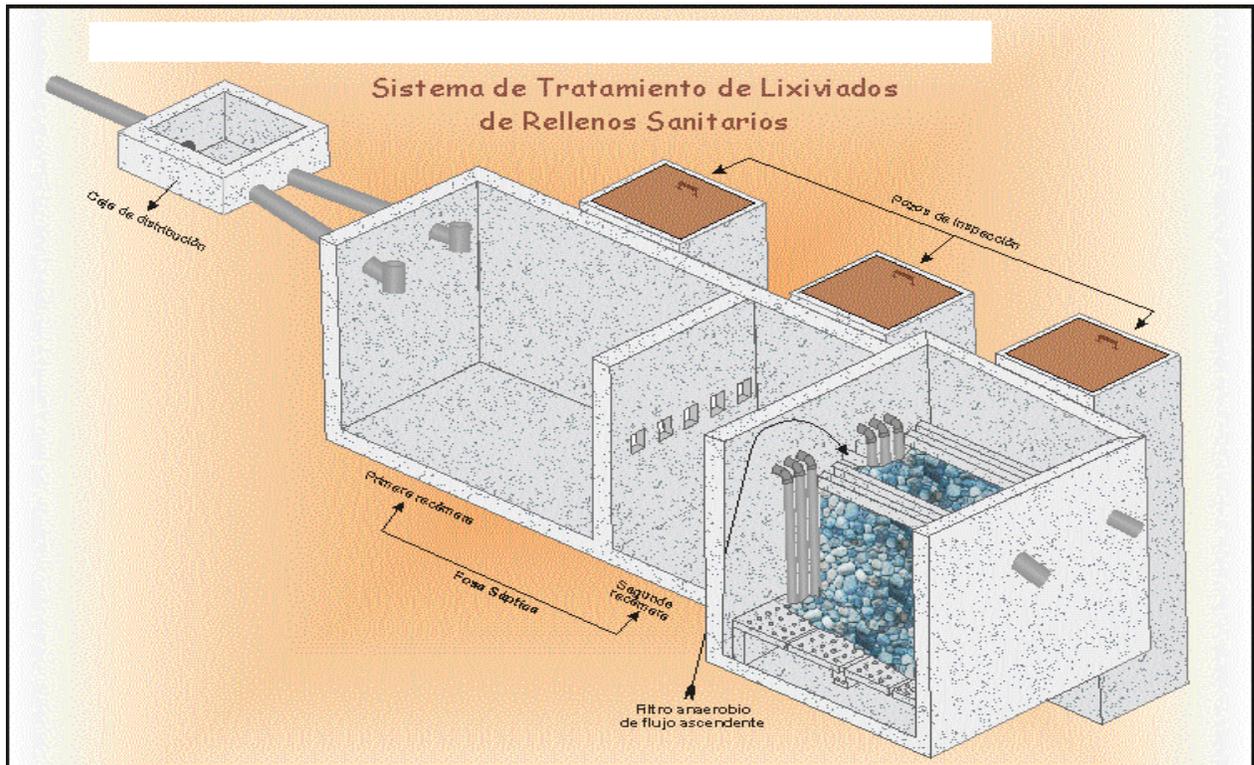
Tabla 34.- Tabla de dimensiones de tanques sépticos del primer período

	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Capacidad (l)
Primera Cámara	6.32	4	1.5	37, 891.65
Segunda Cámara	3.16	4	1.5	18, 945.82
				56, 837.47

Las dimensiones de largo y ancho del tanque séptico son definitivos para el sistema constructivo. Sin embargo, la profundidad calculada (**1.5**) corresponde a la altura útil o nivel de agua residual por lo que la altura total interna será $1.5 + 0.40 = 1.90$

Los **40** cms. adicionales se dejan como espacio donde se acumulan gases (metano, sulfuro, entre otros) y natas (espumas).

Ilustración 20.- Isométrico del sistema de tratamiento primario y secundario de los Lixiviados del relleno sanitario de Condega



Paso 7. Disposición final del a fuente del tratamiento

En todo tratamiento biológico la producción de “lodos” es inevitable. En los sistemas de tratamiento anaerobio ésta producción es mínima, sin embargo, es necesario disponer de dispositivos que permitan la evacuación de estos “lodos” en el momento que se considere apropiado para garantizar así el buen funcionamiento del sistema. Para tal efecto, en la “Fosa - Filtro” hemos propuesto la construcción de pozos de visita que permitirán cumplir convenientemente con estos requerimientos.

Estos pozos están dotados con tuberías de descarga que están conectadas al fondo de cada una de las secciones del sistema, lo cual permitirá obtener la mayor carga hidrostática disponible para el empuje del lodo que suele acumularse en el fondo; el lodo purgado podrá ser evacuado hasta la superficie

del terreno a través de recipientes (baldes) atados con cuerdas; por esta razón hemos diseñado los pozos con el espacio suficiente para la manipulación de estos instrumentos. (1.20 m. * 1.20 m.)

Para el caso particular del pozo correspondiente al “Filtro” además de contar con los dispositivos ya descritos, está dotado de tuberías de $\frac{3}{4}$ ” de diámetro conectadas a diferentes cotas del “Filtro”, esto nos permitirá obtener muestras de agua a diferentes alturas controlando así la eficiencia del “Filtro” en todo su espesor, así como el poder detectar a tiempo problemas de funcionamiento.

Para lograr la estabilidad de los pozos, estos fueron revestidos con ladrillo cuarterón reforzados con una viga perimetral (15cms. * 15cms.) ubicada a 1/3 de la distancia medida desde el fondo con el fin de contrarrestar el empuje del terreno. Además estos pozos deberán sobresalir 30 cm. por encima del nivel del terreno para evitar problemas de inundación debido a escorrentías superficiales.

Paso 8. Dispositivos de conducción y control de flujo

En dependencia de las condiciones en que se realizará la operación del relleno sanitarios, las aguas residuales o lixiviados eventualmente pueden acarrear sólidos gruesos, que requieren de suficiente espacio para su transportación, debido a esta circunstancia se ha propuesto, para evitar problemas potenciales de obstrucción, la utilización de tubería de 4” de diámetro para la conducción de los lixiviados desde el primer pozo de visita , el del punto más lejano y más alto en relación al sistema de tratamiento de los referidos lixiviados, hasta el sistema, por razones de orden económico y de flujo se recomienda la utilización de tubos PVC. Esta tubería se ha dispuesto enterrada.

Caja de distribución de flujo

A la entrada del sistema fue diseñada dos cajas:

1. Una de acumulación de caudal debido a la misma topografía del terreno que ha inducido a que se fue enterrando la tubería a medida que se acerque al Sistema de Tratamiento de los Lixiviados y este último

enterrado, pero a un nivel superior a lo del invert del último tramo de tubería de conducción de lixiviados. Eso obliga un proceso doble de:

- Construcción de un pozo acumulador de caudal a un metro de profundidad a bajo del invert del último tramo de tubo de canalización de los lixiviados, lo que demanda la colocación y utilización de una bomba ya sea de mecate o eléctrico para, trasegar los lixiviados del pozo acumulador de caudal de lixiviados hasta la caja de distribución de los referidos lixiviados al sistema de tratamiento, la cual garantiza una distribución equitativa del flujo hacia las dos tuberías de alimentación de la “Fosa”, se decidió la utilización de tres tubos de alimentación para garantizar una mejor distribución del caudal a todo lo largo y ancho del sistema, procurando así una mejor eficiencia en el régimen de flujo.

Se dispuso además de una línea de derivación convenientemente dotada de una compuerta tipo gaveta, con el fin de poder desviar las aguas en caso de que bajo cualquier circunstancia se decida sacar fuera de operación el sistema; ya sea porque se haya introducido alguna sustancia no deseada o por que se realizarán obras de reparación y mantenimiento.

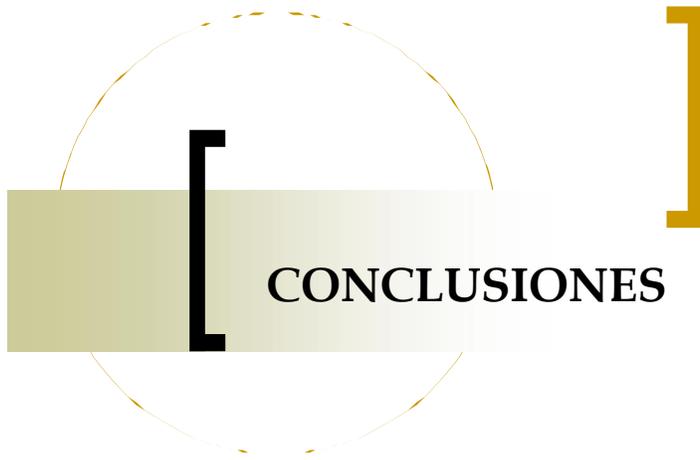
4.7 Presupuesto

Se presenta en la tabla 40, el presupuesto de obras civiles de proyecto, se observa que el costo de construcción es de 537, 047.36 \$, usando una tasa de cambio a noviembre de 33.7095.

Tabla 35. Presupuesto de las obras

		Para 5 trincheras 6.5años	Para 1 trinchera 1.5 años (5)		Proyecto 1er año	Proyecto 6.5 años
Concepto	Unidad	Cantidad	Cantidad	C. Unitario C\$	Total	Total
Construcción de Trincheras				2,406,568.40		
Descapote	m ³	3,191	638.19	36.98	23,600.35	118,001.76
Corte con tractor de oruga	m ³	100,437	20,087.45	34.40	691,008.41	3,455,042.05
Nivelación y conformación de taludes y fondo de trincheras	m ²	20,315	4,062.92	11.18	45,423.42	227,117.12
Construcción de terraza(material de cobertura)	m ³	63,819	12,763.85	129.00	1,646,536.21	8,232,681.06
Impermeabilización de fondo de trincheras				389605.63		
Cemento	bolsas	11487.46	2,297.49	90.00	206,774.31	1,033,871.57
Impermeabilización de trincheras (mano de obra)	m ³	6,094	1,218.88	150.00	182,831.32	914,156.58
Construcción de canal y chimeneas				81698.10		
Excavación de canales	m	519.48	107.22	30.00	3,216.60	15,584.40
Banqueo y acarreo de piedra bolón de 2"- 4-'	m ³	214.76	42.95	602.00	25,857.44	129,287.21
Malla ciclón para chimeneas	rollo	1.00	0.20	2150.00	430.00	2,150.00
Cuartón de madera de T'x4"x 5vrs	pieza	37.00	7.40	103.20	763.68	3,818.40
Tubo de PVC de 6" e instalación (Canales)	c.u.	43.29	8.66	1032.00	8,935.06	44,675.28
Codos de PVC de 6"	c.u.	30.00	6.00	206.40	1,238.40	6,192.00
Tubo de PVC de 6" e instalación (red de interconexión)	c.u.	65	13.08	1032.00	13,494.43	67,472.16
Movilización y desmovilización de equipos	global	1.00	0.20	68,800	13,760.00	68,800.00
Topografía	Días	30.00	6.00	1,500	9,000.00	45,000.00
Pruebas de compactación	c.u.	15.00	3.00	602.00	1,806.00	9,030.00
Tubo de PVC 4"(ventilación chimenea)	Tubo	17.75	3.55	900.42	3,196.49	15,982.46
Caseta de control y letrina				34,100.00		
Caseta de control	m ²	9	9	3400.00	30,600.00	30600.00
Letrina	C.U.	1	1	3500.00	3,500.00	3500.00

Cerca perimetral y portón	m	1516.63		2288445.00		
Cerco de malla ciclón con muro ladrillo cuarterón	m	1516.63	1516.63	1500.00	2,274,945.00	2274945.00
Cerco de alambre de púa con postes de concreto	m	1516.63	1516.63	209.00		
Cerco de losetas prefabricadas	m	1516.63	1516.63	1000.00		
Portón de acceso a camiones	m ²	18.00	18.00	600.00	10,800.00	10800.00
Portón de acceso a personas	m ²	4.50	4.50	600.00	2,700.00	2700.00
Sistema de tratamiento de lixiviados				249500.00		
Fosa séptica con Filtro Anaeróbico	c.u.	1.00	1.00	180000.00	180,000.00	180000.00
Cajas de Distribución 1.50 x 1.50 x 0.90	c.u.	5.00	5.00	2500.00	12,500.00	12500.00
Pozos de registro en Fosa Séptica 1.50 x 1.50	c.u.	2.00	2.00	3500.00	7,000.00	7000.00
Pozos de CR de salida D= 1.60	c.u.	5.00	5.00	10000.00	50,000.00	50000.00
Vías de acceso				494494.23		
Material selecto para camino de acceso	m ³	329.92	329.92	77.40	25,535.82	25,535.82
Adoquinado 3,500 PSI	m ²	1962.82	1962.82	190.00	372,935.61	372,935.61
Cunetas	m	564.84	564.84	170.00	96,022.80	96,022.80
Otras Obras				670191.99		
Canal de D. pluvial trapezoidal de concreto W = 1m h= 0.50	m	310.87	310.87	200.00	62,174.00	62,174.00
Rellenar y conformar talud en lado del cauce	m ²	685.23		100.00		68,522.72
Adquisición de tractor con rodillo compactador adaptado	c.u.	1.00	1.00	517,500.00	517,500.00	517,500.00
OBRAS IMPREVISTAS	GLB	1.00	1.00	90,517.99	90,517.99	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						18,103,597.99
COSTO DE INVERSION INICIAL C\$					6,614,603.35	
ADQUISICION DE EQUIPO C\$					517,500.00	
COSTO EN DOLARES (T.C. = 33.7095)					196, 223.72	537, 047.36



CONCLUSIONES

Conclusiones

Una vez dado el cumplimiento de los objetivos con la metodología propuesta para el PIGARS – Condega se puede inferir lo siguiente:

El diagnóstico elaborado a la municipalidad como principales indicadores; Se determinó que la ppc de Condega fluctúa en un rango de 0.27-0.61 y un valor medio de 0.45 (Kg/hab/día). La ppc promedio de la municipalidad se encuentra en el rango de lo establecido para las municipalidades con tendencias rurales.

La composición física de los residuos se caracterizó por tener materia orgánica (28 %) como el componente predominante esto se debe a los hábitos de consumo de la población y la dieta que tienen que son a base de frutas y verduras, así como, también la tendencia de incluir residuos de podas de jardines. El segundo es el plástico un 21 %; esto se debe a que es una zona rural y en su mayoría las amas de casa hacen limpieza de sus patios así como el interior de sus hogares por lo que los usuarios siempre entregan en su mayoría muchas bolsas y empaques de plástico.

En el municipio de Condega, las fuentes generadoras de residuos son, principalmente, las viviendas del municipio, el parque, avenidas, calles, y en menor medida, el centro de salud, las iglesias, tiendas, instituciones públicas y privadas. Todas estas fuentes son atendidas por el servicio de recolección de residuos sólidos de la Alcaldía.

Los instrumentos administrativos y gerenciales relacionados a la prestación del servicio se evaluaron haciendo uso del análisis FODA. Dando como resultado uno de los principales problemas de la municipalidad y es la obligación de cubrir con casi la totalidad de los costos del manejo integral de residuos sólidos generados, siendo esto un obstáculo para implementar mejoras en el manejo de los residuos, volviéndose una limitante para alcanzar un desempeño eficiente y sostenible del sistema de manejo de los residuos sólidos.

En general, las deficiencias que presenta el servicio, son el resultado de la conjugación de una serie de factores de tipo institucional, ambiental, social, cultural y económico, entre los que sobresalen los siguientes: débil planificación gerencial, financiera y jurídica; baja calificación y capacitación del recurso humano involucrado; tarifas de cobro no ajustadas a los costos reales del servicio y a las condiciones socioeconómicas de la población; cultura de no pago arraigada en la población y de no cobro por parte de la municipalidad; así como también, una mínima planificación, organización, control y monitoreo de las rutas de recolección, al igual que la operación, mantenimiento, control, seguimiento y monitoreo del vertedero municipal.

Como resultado de la caracterización de residuos sólidos, y la evaluación del manejo actual de los residuos sólidos, se formuló el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (PGIRS) para el municipio de Condega el cual, cuenta con actividades específicas enmarcadas en 5 lineamientos estratégicos: Fortalecimiento de la Gestión Institucional, Fortalecimiento del Marco Legal, Fortalecimiento Económico, Capacitación y Asistencia Técnica; y Educación Ambiental y Participación ciudadana.

Las áreas y volúmenes requeridos determinados para la disposición final de los desechos sólidos y líquidos generados en la Ciudad de Condega, así como para la construcción de las obras auxiliares que exigen el referido sitio, se encuentra verificada para 20 años de vida útil, con un extensión de **2.75 hectáreas**. Se propuso un sistema de tratamiento con capacidad 56, 837.47 L para dar de esta manera un tratamiento a los contaminantes orgánicos presentes en los lixiviados.

La construcción del relleno sanitario y las obras conexas que se requieren, se necesita de una inversión de 537, 047.36 \$ para poder llevar a cabo el proyecto.

Recomendaciones

Con respecto al personal de Servicios Municipales, es necesario que, tanto los operarios encargados del Barrido de Calles, y los que forman parte de la Cuadrilla de Recolección, no sean perturbados en sus actividades, es decir, que no sean asignados a otros puestos, aunque sea de forma temporal. Esto afecta grandemente el manejo de los residuos sólidos, y provoca más deficiencias, aparte de las que ya se tienen.

Es importante la planificación de nuevas rutas dentro del municipio en las que se agregue a las comunidades que ya están cercanas al casco urbano y se pueda hacer un mapa con las rutas optimizadas, aprovechando la orientación de las calles (de norte a sur y de este a oeste). De igual forma, se recomienda el aumento de la frecuencia de recolección a, al menos, 2 veces a la semana. Así mismo, es necesaria la capacitación del personal clave de Servicios Municipales, así como el de Medio Ambiente, en el uso y manejo de softwares especializados, como AutoCAD o ArcGIS, capacitación que puede extenderse al personal de Catastro, Planificación, Urbanismo y Evaluación de proyectos, y resulta muy útil también para la Unidad de Reducción y Mitigación de Riesgos.

También, se deberá de tomar en cuenta la adquisición de otra unidad de recolección, principalmente por fallas mecánicas que afecten a la única unidad que se tiene. Esta unidad puede ser un tractor, el cual, puede ser adaptado para ser utilizados en distintas circunstancias y actividades. Esto también para evitar los gastos en los que se incurre por alquiler de camión.

Se recomienda que se inicie un estudio para realizar digestión anaerobia de la fracción orgánica de los residuos por ser el mayor componente orgánico y de esta manera el relleno sanitario tendrá una mayor vida útil generando una disminución de las áreas efectivas a usar.

A decorative graphic consisting of a thin gold circle. Inside the circle, there is a horizontal bar with a gradient from gold to white. A thick black left bracket is positioned to the left of the bar, and a thick gold right bracket is positioned to the right of the bar.

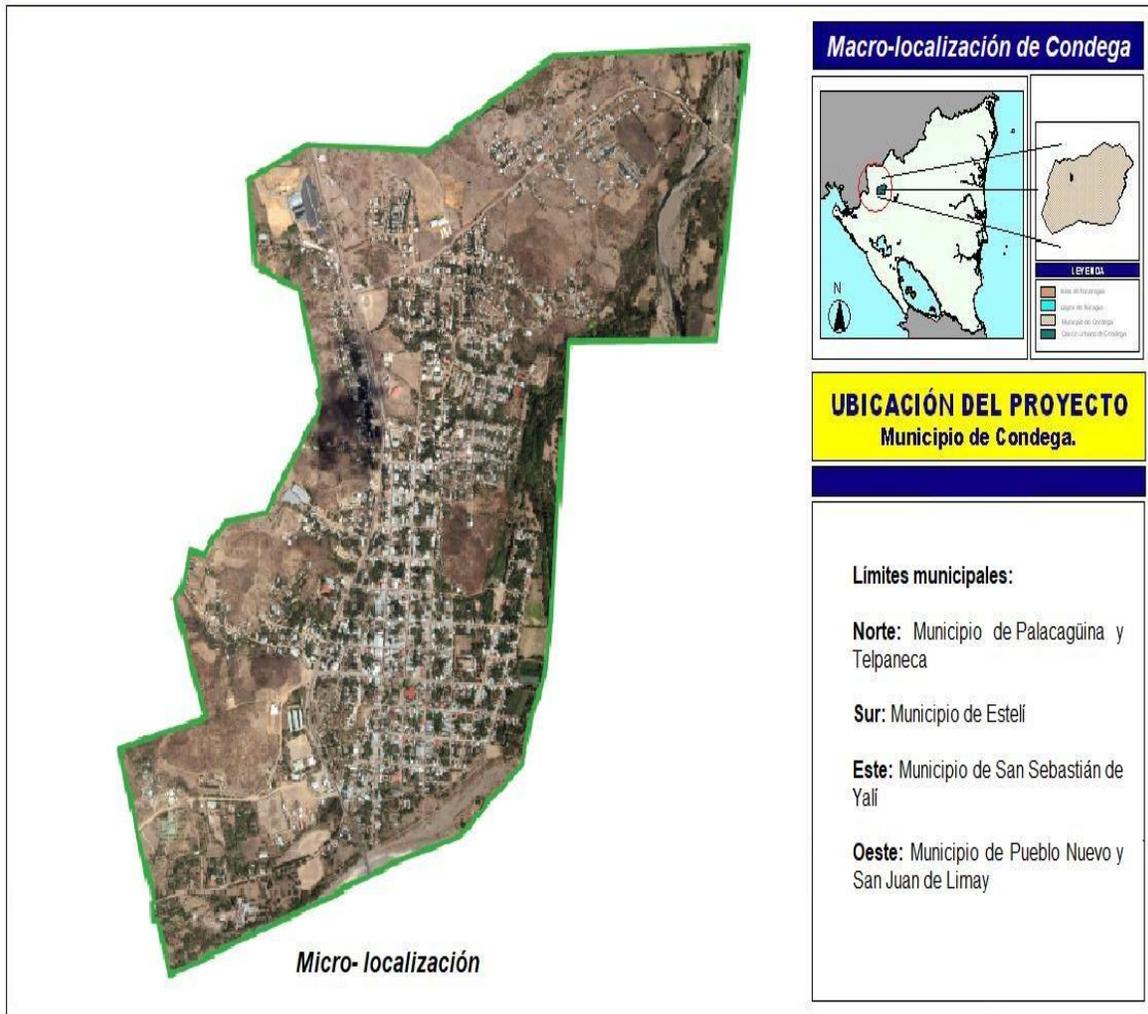
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G.; Rossin, A.; Teixeira, P. y Zepeda, F. (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Recuperado en <http://www.cepis.org.pe/acrobat/diagnost.pdf>
- Asamblea Nacional. (2002). *Norma Tecnica Ambiental para el manejo, Tratamiento y dispocision final de los desechos solidos no-peligrosos 05014-01*. L. Managua, Nicaragua: La Gaceta Diario Oficial.
- Asamblea Nacional. (2002). *NTON 05 014-01: Norma Tecnica Ambiental para el manejo, Tratamiento y dispocision final de los desechos solidos no-peligrosos 05014-01*. L. Managua, Nicaragua: La Gaceta Diario Oficial.
- Banco Mundial (1996). *Conceptual Framework for Municipal Solid Waste Management in Low-Income Countries*. Estados Unidos: Autor.
- Banco Mundial. (2012). *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management*. Estados Unidos: Autor.
- Barlaz M.A., Eleazer W.E., Odle W.S., Qian X. y Wang Y-S. (1997). Biodegradative Analysis of Municipal Solid Waste in Laboratory-Scale Landfills. Project Summary. Research and Development EPA/600/ SR-97/071 September 1997. Environmental Protection Agency, National Risk Management, Research Laboratory Agency, Research Triangle Park NC 27711. Estados Unidos de América.
- Borzacconi, L., Martínez, J., Anido, C., López, I., Díaz, C. (1994). Transporte de contaminante en la zona no saturada de un Relleno Sanitario. *Tratamiento Anaerobio - III Taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales"*, Montevideo, Uruguay, 1994.
- Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. (2005). *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos*. Recuperado de: http://archive.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf

- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). (2001). *Guía Metodológica para la formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos*. Perú: Autor.
- Decreto 47-05. Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos. Publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 163 del 23 de agosto del 2005.
- Decreto 52-97. Reglamento a la Ley de Municipios. Publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 171 del 8 de septiembre de 1997.
- Decreto 394. Disposiciones Sanitarias. Publicado en La Gaceta, Diario Oficial No.200 del 21 de octubre de 1988.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. (Marzo de 2008). *Yalaguina en cifras*. Managua. Obtenido de www.inide.gob.ni
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de Rellenos Sanitarios*.
- Lacayo, M. (2008). Curso de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para la Carrera de Ingeniería en Calidad Ambiental. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.
- Programa Ambiental Regional para Centroamérica, PROARCA. (2003). *Guía para la Gestión de Manejo de Residuos Sólidos Municipales*.
- Tchobanoglous G, Theissen, H y Vigil S, 2000. *Gestión integral de residuos sólidos*, tomo I Madrid: Mc Graw – Hill, 436 p.
- Vilchez, H. P., & Moraga, F. M. (2010). *Diseño del Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos*, (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua.

ANEXOS
Anexo 1: Mapa macro y micro localización de Condega



Fuente: propia

Anexo 2: Vertedero del Municipio de Condega, Departamento de Estelí.

Fotos del Sitio de disposición final de los desechos sólidos del Municipio de Condega.



Fuente: propia



Fuente: propia



Fuente: propia



Fuente: propia

Anexo 3: Encuestas aplicadas

Guía de entrevista 1

Dirección de Servicios municipales

Nombre: _____ Fecha: _____

Área en que labora: _____ Cargo: _____

Tiempo de trabajar en ésta área (años): _____(meses): _____

Propósito: La presente guía de entrevista tiene como propósito, recopilar información relacionada al servicio de limpieza pública, de parte de funcionarios públicos ligados directa e indirectamente con la prestación de éste.

1. ¿Cuántas personas trabajan en esta área o departamento?
2. ¿Cuántos camiones recolectores posee la alcaldía municipal para la prestación del servicio de limpieza pública?
3. De estos _____ camiones, ¿cuántos están en?

a) Mal estado: _____ b) Regular estado: _____ c) Buen estado: _____
4. ¿La recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad, se realiza con base a rutas de recolección preestablecidas?
5. ¿Cuántas rutas de recolección de residuos sólidos existen para la prestación del servicio en la ciudad?
6. ¿Para el diseño de las rutas de recolección, se hizo uso de planos detallados de la infraestructura vial de la ciudad?
7. ¿Cuáles son los principales problemas que plantea la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos?
8. ¿Cuándo fue la última fecha en que se revisaron y/o actualizaron las rutas de recolección actualmente en operación?

9. ¿Dispone su departamento o dependencia administrativa de presupuesto definido para cumplir con las funciones asignadas? ¿A cuánto asciende el monto asignado?
10. ¿Existe una tarifa establecida aprobada por el Consejo Municipal para la prestación del servicio?
11. ¿La tarifa establecida, incorporó en su diseño los costos económicos relacionados a: Depreciación de maquinarias y equipos, pago de personal, gastos directos e indirectos; así como datos referidos a las condiciones socioeconómicas de la población, ¿por la prestación del servicio público municipal?
12. ¿En las zonas donde se presta el servicio de barrido de calles, se hace efectivo el cobro de este servicio a las viviendas beneficiadas?
13. ¿Cuáles son los montos en córdobas de las tarifas establecidas?
a) Sector residencial:_____ b) Sector comercio:_____ c) Industrias: _____
d) Empresas:_____ e) Institucional: _____
14. ¿Dispone la municipalidad de una estructura de costos ligada a la prestación del servicio, con la cual se lleve un registro detallado de los gastos relacionados a la prestación de éste?
15. ¿El dinero percibido por el pago de la tarifa del servicio, es suficiente para hacer frente a las demandas y requerimientos que implica la prestación de éste?
16. ¿Dispone la municipalidad de normas legales aprobadas (ordenanzas municipales), orientadas a generar cambios de conducta en la población

17. con respecto al tema de los residuos sólidos?
18. ¿Existe un plan sobre gestión integral de residuos sólidos actualmente en ejecución? ¿En qué consiste dicho plan?
19. ¿Cuáles son los principales logros o aspectos superados a través de la implementación de este?
20. ¿La Alcaldía Municipal cuenta con una Política de incentivos definida hacia personas naturales y jurídicas que presenten una aptitud modelo a seguir, en el tema de gestión de residuos sólidos?
21. El servicio de recolección de residuos sólidos, ¿presenta alguna condición de descentralización con respecto al resto de servicios públicos municipales?
22. ¿Bajo qué términos se presenta este tipo de descentralización?
 - a) Geográfica: _____
 - b) Operativa: _____
 - c) Administrativa: _____
 - d) Financiera: _____
 - e) Otra: _____
 - f) No aplica: _____
23. Podría mencionar o describir al menos dos funciones relacionadas al cargo que desempeña
24. ¿Las funciones que se presentan contribuyen en la mejora de la calidad de prestación del servicio? (Explique).
25. ¿Cuáles son los requisitos para optar al cargo que desempeña?
26. ¿Disponen de planes contingentes frente a eventualidades?
27. ¿Cuáles son los principales problemas que usted percibe con respecto a la gestión de los residuos sólidos?
28. ¿Considera usted que el manejo actual que se da a los residuos sólidos es el adecuado? ¿Por qué?
29. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar el servicio de recolección,

30. tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la ciudad?

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

Entrevista realizada por

Hora de inicio de la entrevista: _____ Hora en que finalizó: _____

Guía de entrevista 2: Centro de Salud de Condega

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Área en que labora: _____ **Cargo:** _____

Tiempo de trabajar en ésta área (años): _____ **(meses):** _____

Propósito: La presente guía de entrevista tiene como propósito, recopilar información general relacionada al manejo de los residuos sólidos hospitalarios (RSH), biológicos infecciosos y no infecciosos.

¿Se han realizados estudios sobre el manejo y la PPC de los RSH? ¿Hace cuánto?

¿Quién lo realizó?

¿Cuál es el Volumen aproximado de RSH que produce el Centro de Salud?

¿Cuál es el número de camas que posee el Centro de Salud?

¿Atienden operaciones quirúrgicas en el Centro de Salud? ¿De qué tipo, partos u operaciones menores? ¿Cuántas veces al día atienden este tipo de operaciones?

¿Realizan separación de RSH infecciosos y no infecciosos? ¿Cuentan con bolsas con colores determinados para cada tipo de residuo?

¿Qué consideran como RSH biológicos infecciosos?

¿Cuál es la disposición Final de los RSH no infecciosos?

¿La Alcaldía presta el servicio de recolección de estos? ¿Cada cuánto pasa el camión?

¿Cuentan con incinerador para los RSH infecciosos? ¿Si no que tratamiento les aplican?

¿Dónde se encuentra ubicado el incinerador?

¿Cuántos años de funcionamiento tiene el incinerador si lo poseen? ¿Cada cuánto le dan mantenimiento?

¿El personal utiliza el equipo de protección apropiado para la manipulación de los RSH infecciosos?

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

Entrevista realizada por

Hora de inicio de la entrevista:

Hora en que finalizó:

Guía de encuesta

Barrio: _____ Dirección exacta: _____

Código de vivienda: _____ Propietario: _____

No. de habitantes: _____

Objetivo: La presente encuesta tiene como finalidad, conocer la situación de manejo que presentan actualmente los residuos sólidos en el municipio de Condega, información que servirá de base para proponer la implementación de un sistema de recolección y manejo de los residuos, y con ello contribuir a la reducción de los impactos negativos que estos ocasionan a la calidad ambiental en la zona.

1. **¿En esta casa se desarrolla alguna actividad de tipo económica?**
(Si la respuesta es afirmativa, preguntar a qué tipo de actividad se refiere)

a) Si: b) No: ¿A qué actividad se refiere?

[_____]

2. **Los residuos generados por [reemplazar por actividad descrita en la pregunta anterior], ¿son almacenados junto con los residuos que se generan en el resto de la vivienda?**

a) Si b) No c) No aplica:

3. **¿Por qué los almacenan juntos?**

a) Es más cómodo: b) No se dispone de suficientes recipientes:

c) Se produce poco: d) No hay cultura de separación: e) No aplica:

f) Otro: _____

4. ¿Qué tipo de recipiente es mayormente utilizado en esta vivienda, para almacenar los residuos sólidos generados a diario? (Múltiples respuestas)

a) Barril Plástico (0.2 m³): b) Barril Metálico (0.2 m³): c) Saco de Nylon:

d) Saco de yute: e) Barril cortado a la mitad (0.1 m³): f) Caja de cartón:

g) Bolsa plástica: h) Balde plástico: i) Barril plástico (variada capacidad):

j) Otro: _____

5. ¿Qué hace con los residuos sólidos que se producen en esta vivienda?

(Respuestas múltiples)

a) Entierra: b) Quema al aire libre: c) Se bota en recipientes públicos:

d) Se bota en el río, estero, en la calle: e) Se hace compostaje:

f) Son recolectados por la alcaldía:

6. ¿Existe en la comunidad alguien que se encargue de recolectar y transportar los residuos sólidos hasta el vertedero municipal?

[Si responde al inciso a) No, de por concluida la encuesta]

a) Si: b) No:

7. ¿Con qué frecuencia son evacuados los residuos sólidos en la comunidad?

- a) Diario: b) Dos veces por semana: c) Una vez por semana:
d) Cada quince días: e) No pasa: f) No sabe/No responde:
g) Otro: _____

8. ¿Quién es el responsable por la prestación del servicio?

- a) La Alcaldía: b) Alguien de la comunidad: c): No sabe/No responde:

8. ¿Se paga por el servicio prestado a esta vivienda? [Si responde al inciso

a) Si, pasar directamente a la pregunta 12]

- a) Si: b) No: c) No aplica:

9. ¿Por qué no se paga el servicio?

- a) No pasa ningún vehículo recolectando por este lugar: b) No pasan cobrando: c) No hay dinero: d) No aplica: e) La alcaldía se encarga de esa gestión:

10. ¿Con qué regularidad se paga por el servicio de recolección de residuos prestado a su vivienda? Si cae en el inciso g), especificar]

- a) Mensual: b) Bimensual: c) Trimestral: d) Cada seis meses:

- e) Una sola vez al año: f) No sabe: g) Otro: _____

- h) No Aplica:

11. ¿Cuánto se paga al mes en esta vivienda por el servicio de

recolección de residuos sólidos? [Si responde al inciso h) No sabe/desconoce, concluya la encuesta]

- a) No sabe/desconoce: b) 5 córdobas: c) 10 córdobas:
d) 15 córdobas: e) De 20 a 30 córdobas: f) De 30 a 50 córdobas:
g) más de 50 córdobas:

12. ¿Cómo califica el monto de la tarifa cancelada a la Alcaldía Municipal, por el servicio recibido?

- a) Mucho: b) Poco: c) Ni mucho, ni poco: d) Suficiente:
e) No opina/ No contesta: F) No Aplica:

13. En general, ¿Cómo califica el servicio de recolección de residuos sólidos que usted recibe?

- a) Excelente: b) Muy bueno: c) Bueno: d) Regular:
e) Deficiente:

Anexo 4 .Tabla 36.Acción enfocadas al fortalecimiento de la gestión institucional.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Fortalecimiento de la Gestión Institucional					
Objetivo: Fortalecer la gestión gerencial y administrativa de la Municipalidad relacionada con el manejo de los residuos sólidos municipales.					
Metas: <ul style="list-style-type: none"> • Crear un procedimiento formal de registro y control de toda la documentación relacionada al manejo de los residuos sólidos municipales. • Mejorar los mecanismos de comunicación y cooperación interna, relacionados con la gestión de los residuos sólidos. • Crear políticas de incentivos a los operarios para garantizar mayor eficiencia en el servicio. 					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Realización de un estudio técnico-operativo para la definición de nuevas rutas para el servicio de recolección de residuos sólidos.	Documento del estudio	Concejo Municipal, Dirección de Servicios Municipales	Director de Servicios Municipales, Alcalde	I semestre 2020
2	Desarrollo de instrumentos de seguimiento y control (registros)	Documentos de registro	Dirección de Servicios Municipales	Personal de Servicios Municipales	I semestre 2020

Continuación Tabla 36.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Fortalecimiento de la Gestión Institucional					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
3	Creación y aplicación de indicadores para el seguimiento y control del sistema de gestión y manejo de residuos sólidos	Numero de indicadores creados	Dirección de Servicios Municipales Dirección de Recursos Humanos, Dirección de Servicios Municipales, Dirección de Medio Ambiente	Personal de Servicios Municipales	2019 – 2026
4	Revisión, actualización periódica y aplicación de los instrumentos gerenciales y administrativos para la gestión de los residuos sólidos (Manual de Organización y Funciones, Manual de Puestos)	Revisiones semestrales de los instrumentos			2019 – 2026
5	Actualización del catastro de usuarios del servicio de recolección y limpieza	Documentos de Registro actualizados	Direcciones de Servicios Municipales, Finanzas y Recaudación	Personal de Finanzas, de Servicios Municipales, de Recaudación	I semestre 2020

Anexo 5.Tabla 37.Acciones enfocadas al fortalecimiento del marco legal.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Fortalecimiento del Marco Legal					
Objetivo: Formular instrumentos legales para su implementación, y fortalecimiento del marco legal municipal vinculado a la gestión de residuos sólidos municipales					
Metas: <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar un procedimiento formal para la identificación y actualización permanente de la información respecto a las disposiciones legales relacionadas al manejo de residuos sólidos municipales. 					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de
1	Creación de una Ordenanza especial que regule, en el ámbito municipal, las diferentes fases del manejo integral de los residuos sólidos	Ordenanza creada y aprobada	Concejo Municipal	Concejo Municipal, Dirección de Servicios Municipales, Unidad	2020
2	Creación, revisión, actualización, modernización y aplicación de las Ordenanzas Municipales que regulen la gestión integral de los residuos sólidos municipales	Numero de ordenanzas creadas, existentes y revisadas		Alcalde, Unidad de Asesoría Legal, Direcciones de Medio Ambiente y Servicios Municipales, MARENA	2019 – 2026

Continuación Tabla 37.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Fortalecimiento del Marco Legal					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
3	Asesoría externa, y actualización continua en la temática de legislación aplicable	Numero de capacitaciones impartidas al año	Concejo Municipal	Alcalde, Unidad de Asesoría Legal, Direcciones de Medio Ambiente y Servicios Municipales,	I semestre 2020
4	Elaboración de nuevos instrumentos legales relacionados con el manejo de residuos sólidos, que a su vez se consideren incentivos para la	Numero de instrumentos legales aprobados			II semestre 2020
5	Divulgación en el municipio, sobre la aprobación de las nuevas Ordenanzas	1 Charla al personal de la Alcaldía, y 1 presentación a la población en general		Unidad de Asesoría Legal, Dirección de Servicios Municipales y Medio Ambiente	2019 – 2026
6	Desarrollo y aplicación de instrumentos para multas y sanciones	Número de multas al mes			II semestre 2020

Anexo 6.Tabla 38.Acciones enfocadas a la capacitación y asistencia técnica.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Capacitación y Asistencia Técnica					
Objetivo: Formular actividades dirigidas al fortalecimiento de las capacidades técnico-operativas del personal vinculado a la prestación del servicio de manejo de los residuos sólidos municipales					
Metas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las necesidades de capacitación, para el establecimiento y cumplimiento de programas, enfocados en la mejora continua y en el reconocimiento de nuevas necesidades. • Asegurar que todo el personal este consciente de la importancia de la ejecución de las actividades orientadas, para dar cumplimiento a las políticas y realizar las acciones previstas en el Plan de Manejo. • Aplicar medidas de seguridad, salud, ergonomía e higiene laboral dirigidas a las personas involucradas en el manejo de 					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Capacitación del personal de Servicios Municipales en temas de seguridad, salud, higiene y ergonomía laboral.	Al menos 1 capacitación cada 6 meses	Concejo Municipal, Dirección de Servicios Municipales	Responsable de Capacitación, personal de Servicios Municipales	I semestre 2020
2	Capacitación de personal en el uso de softwares especializados (AutoCAD y ArcGIS)	Certificado de curso aprobado	Concejo Municipal	Directores de Servicios Municipales y de Medio Ambiente	

Continuación Tabla 38.

		<p align="center">Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega</p>			
<p align="center">Lineamiento: Capacitación y Asistencia Técnica</p>					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
3	Compra y entrega del equipo necesario para garantizar la seguridad de los operarios durante las jornadas de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales.	Recibos de entrega de equipos	Concejo Municipal, Dirección de Servicios Municipales	Personal de Servicios Municipales	I semestre 2020
4	Realización de capacitaciones técnicas- operativas relacionadas al manejo de los residuos sólidos al personal de Servicios Municipales y a los trabajadores no formales	Al menos 1 capacitación impartida cada 6 meses	Dirección de Servicios Municipales	Personal de Servicios Municipales	2019 – 2026
5	Incorporación de elementos para evaluar al personal capacitado en los programas de capacitación	1 evaluación cada 3 meses			

Anexo 7.Tabla 39.Acciones enfocadas a la educación Ambiental y participación ciudadana.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Educación ambiental y participación ciudadana					
Objetivo: Fomentar una conciencia ambiental en la población de los diferentes estratos sociales, económicos y políticos promoviendo así su participación en el manejo de los residuos sólidos.					
Metas: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un procedimiento formal para la divulgación y comunicación a la población, de la información relacionada al manejo de los residuos sólidos municipales. • Fomentar la separación en la fuente, el re-uso y el reciclado de los diversos tipos de residuos sólidos municipales. • Incorporar a la población en la solución de los problemas asociados al mal manejo de los residuos sólidos municipales. 					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Realización de capacitaciones dirigidas a la población, líderes comunales y religiosos, maestros, asociaciones y sector privado en temas de: Manejo de Residuos Sólidos, Salud e Higiene Medio Ambiental, Clasificación en la fuente de los residuos comunes, patológicos y especiales, Normas aplicables.	Número de capacitaciones al año	Dirección de Servicios Municipales, Departament o de Medio Ambiente	MINSA, personal de Servicios Municipales, Medio Ambiente y Oficina de Participación Ciudadana, MARENA, Dirigentes sociales, MINED	2019 – 2026

Continuación Tabla 39.

		Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales para el municipio de Condega			
Lineamiento: Educación ambiental y participación ciudadana					
No.	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
2	Comunicación trimestral a la población de la información relacionada al manejo de los residuos sólidos municipal.	Documento de Informe cada 3 meses	Dirección de Servicios Municipales	Personal de Servicios Municipales	2019 – 2026
3	Creación de comisiones voluntarias de trabajo y divulgación (priorizando a la juventud).	Comisiones formadas	Direcciones de Servicios Municipales y de Medio Ambiente	Actores sociales, Oficina de Participación Ciudadana, personal de la Alcaldía	2020
4	Realización de campañas de limpieza en conjunto con la población, el sector privado y la Municipalidad.	Cantidad de jornadas de limpieza (2 al año)	Concejo municipal	MINSA, personal de Servicios Municipales y Medio Ambiente, Alcalde, MARENA, Policía Nacional	2019 – 2026
5	Apoyo a otros organismos en campañas de concientización ambiental.	Número de campañas		Alcalde, ONG's	

Anexo 8. Estudio de suelo

Del análisis del estudio de suelo realizado a los materiales extraídos de los sondeos, se asegura que el subsuelo, hasta las profundidades exploradas, se encuentra compuesto básicamente por arcillas orgánicas, limos inorgánicos y arenas limosas de diferentes colores en los diferentes estratos y espesores.

En orden descendente los materiales encontrados fueron los siguientes:

Desde los 0.00 metros hasta los 2.00 metros, del tipo OH según la clasificación SUCS; El suelo es de Arcilla de alta plasticidad, baja compresibilidad, con material vegetal, color café y color rojizo claro. Variando a los 2.00 metros a color café con pintas blancas; La composición granulométrica de estos suelos es de 0% de partículas gruesas, de 0% de partículas de arena y de 100% de finos.

La humedad de suelo a los 1.20 metros fue de 14.80 %. La exploración manual llegó a los 2.00 metros debido a la presencia de suelo consolidado, no se encontró el Nivel Freático.

En caso de realizar las obras de base de los rellenos Sanitarios el peso específico a considerar para comprobar la capacidad de los estratos encontrados se determina de la siguiente manera:

Considerando una densidad de Desechos sólidos estable de 700 Kg. /m³ que es la que se ha tomado en cuenta para calcular y diseñar los volúmenes y áreas requeridos, se tiene:

Peso de Aplicación (solicitud) PA= (Peso DS + % Peso de aplicación del camión de recolección o compactador)/ área específica de carga

Peso DS= 700 kg/m³/m² x H (m)

H = altura total del relleno = 4 m

Peso DS = 700 Kg. / m³/m² x 4 m

Peso DS = 2, 800 kg /m²

% Peso de aplicación del camión o compactador = 5000 Kg. / Área de aplicación de carga del camión (2.5m x 3m) 10,000cm²/m²

% Peso de aplicación del camión o compactador = $5000\text{Kg.}/7.5\text{ m}^2$

% Peso de aplicación del camión o compactador = 666.67 Kg. /m^2

PA = $(2800\text{ kg/m}^2 + 666.67\text{ kg/m}^2) / 10000\text{ cm}^2/\text{m}^2 = 0.35\text{ Kg. / cm}^2$

Tomando en cuenta la capacidad de carga del terreno de 1.00 Kg. /cm^2 ., hasta los 3.66 m como resultados se puede esperar un comportamiento creciente a medida que descendemos a estratos inferiores a este nivel.

Por lo tanto, considerando la profundidad proyectado para la construcción del relleno Sanitario de 4 metros más 1 metro para la conformación de las capas de bases de impermeabilización, el estrato encontrado a 5 metros de profundidad soportara las solicitaciones a las cuales será sometida sin causar asentamiento desigual en el fondo del relleno. No habrá por lo tanto necesidad de aumentar capacidad de carga de dicho estrato.

Para construcción de relleno sanitario

Estos suelos con este nivel de conductividad hidráulica y esta capacidad de excavación facilitarán en gran medida la construcción de capas de base para la impermeabilización del relleno, así como para ser utilizado como material de coberturas intermedias.

Siguiendo estas recomendaciones se está asegurando de contar con un factor de seguridad tal que los asentamientos que pueda sufrir la estructura en el caso de eventos sísmicos moderados, serán tolerados por la misma. Además hay que seguir las recomendaciones generales siguientes:

1. En cualquiera de las soluciones a usar, es recomendable antes de comenzar con los trabajos de movimiento de tierra, limpiar el terreno de arbustos, grama y cualquier otra vegetación.
2. No se debe mezclar el material expuesto con este desperdicio y todo material contaminado generado durante las operaciones preliminares deberán disponerse fuera del área de trabajo.

3. Las raíces de árboles deberán ser removidas por lo menos 1.0 m por debajo del Nivel exterior del Piso de la construcción o de la superficie existente, cualquiera que tenga el nivel más bajo.
4. Cualquier material orgánico, ripio, entre otros. Encontrado durante las operaciones de movimiento de tierra, también deberán ser eliminados.

Anexo 8.- Hojas de registro

Hoja de registro (1) de PPC promedio por día

N.º de Casa	Categoría	Nombre del Barrio	Nombre del propietario	N.º de hab	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Dia 6		Dia 7	
					06-nov	PPC	07-nov	PPC	08-nov	PPC	09-nov	PPC	10-nov	PPC	11-nov	PPC	12-nov	PPC
					Lb	(Lb/hab/día)												
1	Vivienda	solidaridad	Bismar Siles Talavera	5	3.5	0.70	6.00	1.20	5.00	1.00	2.00	0.40	2.50	0.50	2.00	0.40	8	1.60
2	Pulpería	solidaridad	Maria Encarnacion Lira	4	2.75	0.69	15.00	3.75	10.00	2.50	5.00	1.25	2.50	0.63	2.00	0.50	2	0.50
3	Vivienda	praga	Lilia Robleto	6	13	2.17	10.00	1.67	8.00	1.33	3.00	0.50	3.00	0.50	3.00	0.50	4	0.67
4	Vivienda	praga	Adaly Falcon	4	4.5	1.13	18.00	4.50	7.00	1.75	5.00	1.25	3.00	0.75	2.00	0.50	9	2.25
5	Vivienda	francisco luis espinoza	Miguel Antonio	5	1.75	0.35	15.00	3.00	10.00	2.00	6.00	1.20	8.00	1.60	4.00	0.80	5	1.00
6	Vivienda	francisco luis espinoza	Manuel Olivas	7	3.19	0.46	1.54	0.22	8.00	1.14	5.00	0.71	2.50	0.36	2.00	0.29	6.5	0.93
7	Vivienda	Alcides meza	Rene Rugama Rugama	7	3.75	0.54	4.32	0.62	13.00	1.86	6.00	0.86	2.00	0.29	8.20	1.17	4	0.57
8	Vivienda	Alcides meza	Jairo Calderon	4	2.5	0.63	2.56	0.64	12.00	3.00	10.00	2.50	8.00	2.00	4.00	1.00	9.5	2.38
9	Vivienda	Mildred Centeno	Wiston Catellon	8	13	1.63	1.23	0.15	5.00	0.63		0.00	5.00	0.63	2.50	0.31	3.78	0.47
10	Pulpería	Mildred Centeno	Olga Lanuza	3	13.25	4.42	6.75	2.25	6.00	2.00	4.00	1.33	4.00	1.33	2.00	0.67	3.36	1.12
11	Vivienda	Triunfo de la Revolucion	Maria Alvarado	8	1.50	0.19	5.90	0.74	15.00	1.88	6.00	0.75	5.00	0.63	4.00	0.50	5	0.63
12	Vivienda	Triunfo de la Revolucion	Gustavo Gomez	6	12.10	2.02	1.70	0.28	8.00	1.33	5.00	0.83	6.00	1.00	4.00	0.67	1.2	0.20
13	Vivienda	Moises Cordoba	Natariel Hernandez	4	11.25	2.81	2.80	0.70	4.00	1.00	5.00	1.25	3.00	0.75	5.00	1.25	6.65	1.66
14	Vivienda	Moises Cordoba	Yaritza Silva	6	0.00	0.00	3.54	0.59	5.00	0.83	3.00	0.50	2.50	0.42	3.00	0.50	1.5	0.25
15	Vivienda	Santiago Baldovino	Reynaldo cordoba	5	5.75	1.15	8.00	1.60	3.00	0.60	2.00	0.40	3.00	0.60	1.50	0.30	7.6	1.52
16	Pulpería	Santiago Baldovino	Catalina Rivera	9	1.50	0.17	6.00	0.67	2.00	0.22	1.00	0.11	3.00	0.33	2.00	0.22	1.3	0.14
17	Vivienda	El Efuezo #1	Inosencia Peralta Peralta	3	1.75	0.58	3.20	1.07	3.00	1.00	1.50	0.50	2.00	0.67	1.00	0.33	0	0.00
18	Pulpería	El Efuezo #1	Alvino Morales	4	9.00	2.25	1.96	0.49	7.00	1.75	4.00	1.00	5.00	1.25	3.00	0.75	1.9	0.48
19	Vivienda	El Efuezo #2	Alvaro Cordobas	4	10.50	0.00	6.00	1.50	3.50	0.88	2.00	0.50	2.00	0.50	3.00	0.75	7.2	1.80
20	Vivienda	El Efuerzo #2	Teresa Gutierrez	6	6.25	1.04	1.85	0.31	4.00	0.67	5.00	0.83	6.00	1.00	5.00	0.83	6.35	1.06
21	Vivienda	Prudencio Serrano	Bismar Morales	5	1.25	0.25	2.30	0.46	2.00	0.40		0.00	5.00	1.00	3.00	0.60	3.1	0.62
22	Vivienda	Prudencio Serrano	Marbeli Perez	7	7.00	1.00	5.65	0.81	6.00	0.86	3.00	0.43	3.00	0.43	2.00	0.29	2.5	0.36
23	Vivienda	Evaristo Cruz	Enrique Blandon	7	0.00	0.00	2.20	0.31	6.75	0.96	2.00	0.29	5.00	0.71	5.00	0.71	5.1	0.73
24	Vivienda	Evaristo Cruz	Rosa Inestrosa	5	7.50	1.50	6.20	1.24	3.00	0.60	2.00	0.40	5.00	1.00	3.00	0.60	1.78	0.36
25	Vivienda	Canta Gallo	Jolman Gutierrez	4	6.50	1.63	4.20	1.05	7.00	1.75	5.00	1.25	3.00	0.75	2.00	0.50	0.85	0.21
26	Vivienda	Canta Gallo	Luis Chacon	3	18.50	6.17	8.00	2.67	4.00	1.33	3.00	1.00	2.00	0.67	2.00	0.67	13	4.33
27	Pulpería	Culse	Beranay Peralta	4	6.00	1.50	5.00	1.25	6.00	1.50	3.00	0.75	5.00	1.25	3.00	0.75	5	1.25

28	Vivienda	Culse	Ronaldo Peralta	5	0.00	0.00	3.85	0.77	3.00	0.60	2.00	0.40	4.00	0.80	4.00	0.80	5	1.00
29	Vivienda	Juanita Viscaya	Nora Torrez	5	3.00	0.60	4.20	0.84	6.00	1.20	3.00	0.60	3.00	0.60	3.00	0.60	0.5	0.10
30	Vivienda	Juanita Viscaya	Victor canales	3	2.25	0.75	6.45	2.15	6.00	2.00	4.00	1.33	4.00	1.33	2.00	0.67	13.3	4.43
31	Vivienda	20 de Septiembre	Xiomara Gonzales	4	3.25	0.81	2.36	0.59	2.00	0.50	2.00	0.50	3.00	0.75	1.00	0.25	4.8	1.20
32	Pulpería	20 de Septiembre	Rene lira	7	20.00	2.86	1.37	0.20	5.00	0.71	3.50	0.50	3.00	0.43	2.00	0.29	3.81	0.54
33	Pulpería	Casco Garcia	Reyna Luisa Jarquin	8	10.00	1.25	5.65	0.71	6.00	0.75	6.00	0.75	4.00	0.50	2.00	0.25	0.66	0.08
34	Pulpería	Casco Garcia	Alva Luz Vallecillo	7	15.00	2.14	12.56	1.79	13.00	1.86	8.00	1.14	5.00	0.71	3.00	0.43	2.2	0.31
35	Pulpería	Guadalupe	Nohelia Calderon	5	17.00	3.40	4.20	0.84	6.00	1.20	4.00	0.80	5.00	1.00	4.00	0.80	6.6	1.32
36	Vivienda	Guadalupe	Lenin Martines	4	8.00	2.00	3.25	0.81	3.00	0.75	2.00	0.50	3.00	0.75	4.00	1.00	0.44	0.11
				191	TOTAL	246.0	198.7		223.2		133.0		140.0		108.2		162.48	
					L	4	9	42.43	5	44.34	0	27.32	0	28.40	0	21.44	0	36.18
					PPC			0.61		0.53		0.56		0.34		0.36		0.46

Valores de PPC por día (6 al 13 de noviembre)							
PPC (Kg/día)	0.61	0.53	0.56	0.34	0.36	0.27	0.46
							promedio (lb/hab*día) 0.45

Continuacion **Anexo 8**

Hoja de registro (2) por día de densidad

Día	Densidad		
1	Densidad de basura suelta	266	kg/m ³
2	Densidad de basura suelta	244	kg/m ³
3	Densidad de basura suelta	260	kg/m ³
4	Densidad de basura suelta	201	kg/m ³
5	Densidad de basura suelta	212	kg/m ³
6	Densidad de basura suelta	196	kg/m ³
7	Densidad de basura suelta	230	kg/m ³
Promedio		230	kg/m ³

Hoja de registro (3) por tipo de componente en porcentajes

COMPONENTES	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
Restos de jardín	21	25	12	21	20	21	21	20
Restos de comida	17	20	19	17	16	16	18	18
Cartón y papel	13	10	25	17	16	16	14	16
Madera	1	0	4	3	2	3	5	3
Tela	7	2	2	0	0	0	0	2
Plástico	23	20	19	17	20	24	21	21
hule	0	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio	0	2	1	3	3	3	4	2
huesos	0	0	0	0	0	0	0	0
aluminio	0	0	0	0	0	0	0	0
Tierra	14	15	12	14	12	11	11	13
Poroplast	1	0	0	0	0	0	0	0
pampers	3	6	6	7	10	8	7	7
Metal	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 9: Estudio de impacto ambiental

Partiendo del análisis del proyecto y del medio, para valorar su incidencia sobre el ambiente, se aplicó una matriz de identificación (Matriz Leopold modificada) en donde además de identificar las relaciones impactantes, además se logran valorar por medio de doce criterios o características diferentes con escales de valores predefinida, siendo aplicados a cada una de las etapas del proyecto. (naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, acumulación, sinergia, efecto, periodicidad, y recuperabilidad.

Esta valoración individual se traslada a una tabla general en la cual se visualiza el grado de importancia y se obtiene el grado de incidencia que tienen las actividades sobre la calidad del medio. El resultado se compara contra una escala predefinida que expresa la viabilidad o no del proyecto esta escala es:

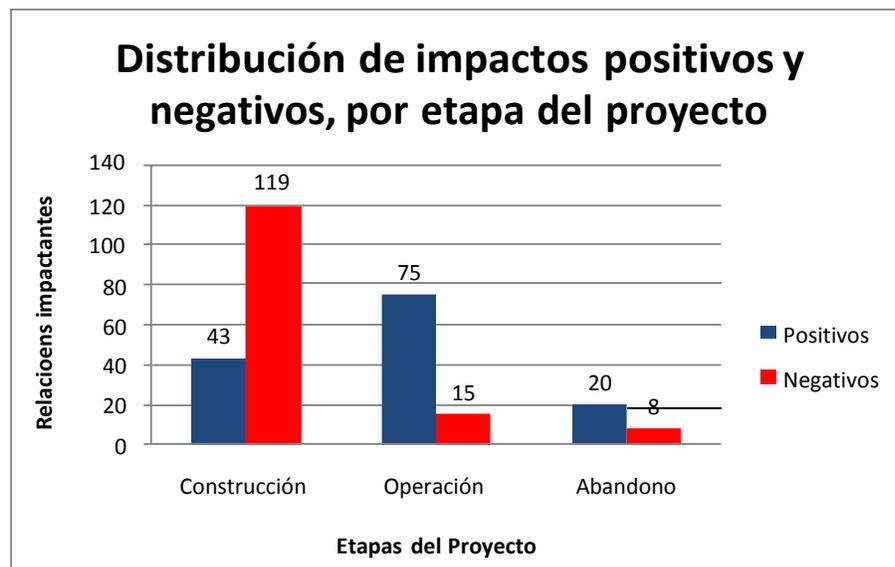
- Resultado de 0 – 32 , los impactos son irrelevantes
- Resultado de 33 – 65 los impactos son moderados
- Resultados de 66 – 100 los impactos son críticos.

En base a los resultado de la aplicación de este método y a cuenta las actuales condiciones de deterioro del sitio del vertedero, la aplicación del proyecto a pesar de implicar algunos efectos indeseables, de forma general las acciones favorecen a realizar un cambio de uso del suelo, (algo ya propuesto en estudios anteriores), dándose efectos beneficioso desde ámbito social, con la generación de empleo e ingreso temporal, mejoramiento de la calidad de vida de la población principalmente la salud.

Con las técnicas a desarrollar así como las medidas ambientales se persigue mejorar las condiciones para algunas especies, principalmente aves, y pequeños mamíferos, los cuales aparecen como los más afectados por algunas actividades del proyecto.

Así mismo, se desarrollará un proceso de forestación que permitirá reducir las acciones de erosión eólica e hídrica, que se desarrollan debido a las malas prácticas agrícolas y la sobre explotación del suelo tanto del sitio como del área circundante.

En la aplicación del instrumento se logró identificar un total de 280 relaciones impactantes entre las actividades del proyecto y diferentes factores ambientales, concentrándose mayoritariamente en la etapa de construcción (58%), seguida por la etapa de operación (32%) y la de abandono (10%). Ver detalle en la imagen # Distribución de impactos y en apéndices # Matriz de identificación, # Matriz de valoración



Distribución de impactos positivos y negativos por etapa del Proyecto

La valoración general del grado de alteración que realizará el proyecto al medio se encuentra dentro del rango de efectos o posibles impactos irrelevantes con porcentajes de 23 % en la etapa de Construcción, 31% en la etapa de Operación y el 30% en la etapa de abandono, ver apéndice Matriz de Importancia de impactos.

Para las relaciones impactantes de mayor importancias se proponen medidas ambientales encaminadas a mitigar los posibles efectos indeseables sobre el medio, las cuales se encuentra planteada en el Programa de Gestión ambiental

Matriz causa -efecto

MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS													
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN										
			Acciones Impactantes del Proyecto										
			Operación y mantenimiento										
			b. Recorrido de disposición	c. Vigilancia	d. Operación de relleno	e. Mantenimiento y Reparación	f. Reparaciones Menores	g. Reparaciones Menores	h. Control y Estabilización	i. Chapia de Predios	j. Reposición de árboles/R	k. Rehacer canales pluvia	
FACTOR	COD	1.a	1.b	1.c	1.d	1.e	1.f	1.g	1.h	1.i	1.j		
Medio Físico	CALIDAD DEL AIRE	Incremento de emisión de gases de combustión.(CO, SO ₂ , NO _x , etc)	A.a.1	X		X							
		Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	A.a.2	X		X							
		Incremento de material particulado (PM ₁₀)	A.a.3			X							
	RUIDOS	Incremento de los puntos de generación de ruidos	A.b.1	X									
		Aumento de los niveles o intensidad del ruido (decibeles)	A.b.2										
		Ampliación significativa de los períodos de duración del ruidos (tiempo)	A.b.3										
	RELIEVE Y GEODINAMICA	Afectación del relieve natural	A.c.1									X	
		Riesgo de inestabilidad del terreno	A.c.2								X	X	
	SUELO	Alteración de suelos	A.d.1			X	X	X	X		X		
		Compactación de suelos	A.d.2										
		Aumento de la erosión	A.d.3								X	X	
		Cambio uso del suelo	A.d.4			X	X	X	X		X		
		Riesgo de contaminación de suelos	A.d.5			X	X	X	X		X		
	Paisaje	Alteración del paisaje natural	A.e.1			X	X	X	X	X	X	X	
	MEDIO BIOLÓGICO	RECURSOS HÍDRICOS	Alteración de las características de los cauces, quebradas o ríos	B.a.1									
Alteración del caudal de los cuerpos naturales de agua			B.a.2										
Afectación del negro de cultivos			B.a.3										
CALIDAD DEL AGUA		Contaminación de aguas superficiales	B.b.1			X	X	X				X	
		Contaminación de aguas subterráneas	B.b.2								X		
VEGETACION		Pérdida de cobertura vegetal	B.c.1								X	X	
		Alteración de hábitats y pérdida de especies	B.c.2									X	
FAUNA		Desplazamiento temporal de individuos	B.d.1	X							X	X	
		Efecto barrera	B.d.2	X		X				X	X	X	
		Accidentalidad	B.d.3	X							X	X	
MEDIO SOCIAL	SOCIO ECONOMICOS	Accidentalidad	C.a.1	X		X					X		
		Economía, empleo y mano de obra	C.a.2		X	X	X	X	X	X	X	X	
		Transporte	C.a.3										
		Infraestructura habitacional y urbana	C.a.4										
		Salud, educación y servicios sociales	C.a.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Estilo y calidad de vida	C.a.6	X		X	X	X	X	X		X	X
		Cualdades estéticas y urbanísticas	C.a.7	X		X	X	X	X			X	
Total			87										
negativos			14										
positivos			73										

FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS																			
		ETAPA: CONSTRUCCIÓN																			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO																			
		Preliminar		2. Movimiento de Tierra						3. Obras Sanitarias y de Impermeabilización											
FACTOR		COD	1.a	1.b	2.a	2.b	2.c	2.d	2.e	2.f	3.a	3.b	3.c	3.d	3.e	3.f	3.g	3.h	3.i		
Medio Físico	CALIDAD DEL AIRE	Incremento de emisión de gases de combustión .(CO, SO ₂ , NO _x , etc)	A.a.1			X	X	X	X	X	X										
		Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	A.a.2																		
		Incremento de material particulado (PM ₁₀)	A.a.3	X		X	X	X	X	X	X				X						
	RUIDOS	Incremento de los puntos de generación de ruidos	A.b.1			X	X	X	X	X	X	X									
		Aumento de los niveles o intensidad del ruido (decibeles)	A.b.2			X	X	X	X	X	X				X						
		Ampliación significativa de los períodos de duración del ruidos (tiempo)	A.b.3			X	X	X	X	X											
	RELIEVE Y GEODINAMICA	Afectación del relieve natural	A.c.1			X	X	X	X	X					X						
		Riesgo de inestabilidad del terreno	A.c.2			X	X	X	X	X											
	SUELO	Alteración de suelos	A.d.1	X		X	X	X	X	X				X	X		X	X	X	X	X
		Compactación de suelos	A.d.2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
		Aumento de la erosión	A.d.3	X		X	X	X	X	X											
		Uso del Suelo	A.d.4																		
		Riesgo de contaminación de suelos	A.d.5			X	X	X	X	X	X			X	X	X					
	PAISAJE	Alteración del paisaje natural	A.e.1	X		X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X
	MEDIO BIOLÓGICO	RECURSOS HÍDRICOS	Alteración de las características de los cauces, quebradas o ríos	B.a.1																	
Alteración del caudal de los cuerpos naturales de agua			B.a.2																		
Afectación del riego de cultivos			B.a.3																		
CALIDAD DEL AGUA		Contaminación de aguas superficiales	B.b.1												X						
		Contaminación de aguas subterráneas	B.b.2																		
VEGETACION		Pérdida de cobertura vegetal	B.c.1	X	X	X	X	X	X	X											
		Alteración de hábitats y pérdida de especies	B.c.2																		
FAUNA		Desplazamiento temporal de individuos	B.d.1			X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
		Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna (temporal)	B.d.2	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
		Accidentalidad	B.d.3																		
MEDIO SOCIAL	SOCIO ECONOMICOS	Accidentalidad	C.a.1							X											
		Economía, empleo y mano de obra	C.a.2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Transporte	C.a.3																		
		Infraestructura habitacional y urbana	C.a.4			X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X
		Salud, educación y servicios sociales	C.a.5									X			X						
		Estilo y calidad de vida	C.a.6			X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X
		Cualidades estéticas y urbanísticas	C.a.7																		X
Total			171																		
Negativos			133																		
Positivos			38																		

MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS							
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		Abandono					
		a. Desmontaje de equipos	b. Retiro de materiales y equipos	c. Relleno de pilas y arborización			
FACTOR		COD	1.a	1.b	1.a		
Medio Físico	CALIDAD DEL AIRE	Incremento de emisión de gases de combustión.(CO, SO ₂ , NO _x , etc)	A.a.1	X	X	X	
		Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	A.a.2			X	
		Incremento de material particulado (PM ₁₀)	A.a.3	X	X	X	
	RUIDOS	Incremento de los puntos de generación de ruidos	A.b.1	X			
		Aumento de los niveles o intensidad del ruido (decibeles)	A.b.2				
		Ampliación significativa de los períodos de duración del ruidos (tiempo)	A.b.3				
	RELIEVE Y GEODINAMICA	Afectación del relieve natural	A.c.1			X	
		Riesgo de inestabilidad del terreno	A.c.2			X	
	SUELO	Alteración de suelos	A.d.1			X	
		Compactación de suelos	A.d.2				
		Aumento de la erosión	A.d.3			X	
		uso del suelo	A.d.4		X	X	
		Riesgo de contaminación de suelos	A.d.5				
	PAISAJE	Alteración del paisaje natural	A.e.1	X	X		
	MEDIO BIOLÓGICO	RECURSOS HÍDRICOS	Alteración de las características de los cauces, quebradas o ríos	B.a.1			
Alteración del caudal de los cuerpos naturales de agua (río Estelí)			B.a.2				
Afectación del riego de cultivos			B.a.3				
CALIDAD DEL AGUA		Contaminación de aguas superficiales	B.b.1				
		Contaminación de aguas subterráneas	B.b.2				
VEGETACION		Pérdida de cobertura vegetal	B.c.1			X	
		Alteración de hábitats y pérdida de especies	B.c.2			X	
FAUNA		Desplazamiento temporal de individuos	B.d.1	X		X	
		Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna (temporal)	B.d.2	X		X	
		Accidentabilidad	B.d.3			X	
MEDIO SOCIAL		SOCIO ECONOMICOS	Accidentabilidad	C.a.1	X	X	
			Economía, empleo y mano de obra	C.a.2	X	X	X
	Transporte		C.a.3				
	Infraestructura habitacional y urbana		C.a.4				
	Salud, educación y servicios sociales		C.a.5				
	Estilo y calidad de vida		C.a.6			X	
	Cualidades estéticas y urbanísticas		C.a.7				
Total		29					
Negativos		9					
Positivos		20					

Fuente : (alcaldía municipal de Condega)

Anexo 10: Glosario

Análisis FODA: Es una metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa o institución en su mercado y de las características internas de la misma a efecto de determinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Barrido y limpieza: Es el conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado.

Carga orgánica: Cantidad de materia orgánica generalmente medida como DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días).

Compost: Mejorador del suelo que se obtiene luego de un proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en condiciones húmedo aeróbicas (con presencia de oxígeno).

Disposición final: Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Estación de transferencia: Es la instalación dedicada al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

Gestión Integral de residuos sólidos: Toda actividad técnica administrativa de planeamiento, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación relacionada con el manejo apropiado de residuos sólidos.

Incineración: Método de tratamiento, que consiste en la combustión controlada de los residuos sólidos en instalaciones apropiadas para tal fin.

Lineamiento estratégico: Permite conducir y orientar a la organización para aprovechar las circunstancias cambiantes del entorno, reduciendo o eliminando los riesgos desde sus mejores recursos y competencias, superando aquellas

áreas que le impidan un mejor desarrollo de tal manera de lograr los objetivos y metas propuestas.

Lixiviado: Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

Manejo Integral de residuos sólidos: Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final u otro procedimiento, desde la generación hasta la disposición final.

Oxígeno disuelto: Oxígeno gaseoso que se encuentra en disolución en el agua y que satisface la demanda inmediata de oxígeno en un vertido.

Producción per-cápita (PPC): Generación unitaria de residuos sólidos, casi siempre se refiere a la generación de residuo sólido por persona y por día, aunque también este concepto se puede aplicar a residuos no domiciliarios (por ejemplo, kilogramos de residuo sólidos por restaurante y por día).

Reciclaje: Toda actividad que permite reusar el residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines (por ejemplo, producir compost).

Recuperación: Toda actividad que permita reusar partes o componentes que constituyen residuo sólido.

Reusó: Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reusó al reciclaje, recuperación y reutilización.

Segregación: Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.