



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
Facultad de Tecnología de la Construcción  
INGENIERIA CIVIL

**Disposición Final y plan integral de gestión ambiental de los  
residuos sólidos en el casco urbano de La Trinidad, Estelí.**

Trabajo Monográfico Elaborado por:

Br. Ruiz Escoto, Cristiam Emiliano  
Br. Martínez Gallardo, Dayvin Ariel  
Torres Paya, Holman Adán

**Sometido a la:**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**  
**Como requisito para optar al título de:**  
**Ingeniero Civil**

**Tutor:**  
Sierra Mercado, Jimmy

**Managua, Nicaragua – Agosto 2013**

## Contenido

CARTA DE APROBACION DE PROTOCOLO.....	I
CARTAS DE EGRESADO.....	II
CONSTANCIA DE REVISION DEL TUTOR.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	IX
RESUMEN.....	X
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- GENERALIDADES .....	1
1.2.- ANTECEDENTES.....	2
1.3.- JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4.- OBJETIVOS.....	7
1.4.1.- OBJETIVO GENERAL .....	7
1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.- RESIDUOS SÓLIDOS.....	8
2.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	8
2.3.- TIPOS DE RESIDUOS MÁS IMPORTANTES:.....	8
2.3.1.- RESIDUOS MUNICIPALES.....	8
2.3.2.- RESIDUOS INDUSTRIALES.....	9
2.3.3.- RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN.....	9
2.4.- FACTORES QUE AFECTAN LAS TASAS DE GENERACIÓN DE LOS DESECHOS.....	11
2.4.1.- LA REDUCCIÓN EN ORIGEN Y LAS ACTIVIDADES DE RECICLAJE.....	11
2.5.-IMPORTANCIA DE LA OBTENCIÓN DE DATOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.....	13
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 PÚBLICO.....	18

2.9.1.- EL ASEO URBANO CONSTA FUNDAMENTALMENTE DE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES: .....	18
2.10.- IMPORTANCIA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. ....	20
<i>Fuente: Manual de saneamiento y protección ambiental para los municipios. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, DESA/UPMG. Fundación de protección del Medio Ambiente. MG. 1995.....</i>	
2.11.- ¿QUE ES UN BOTADERO A CIELO ABIERTO?.....	21
2.12.- ¿QUE ES UN RELLENO SANITARIO? .....	22
2.12.1.- RELLENO SANITARIO MANUAL.....	22
2.12.2.- Tabla N°5. VENTAJAS Y RIESGO DE UN RELLENO SANITARIO. .	24
2.12.3.- PASOS PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO. ....	25
2.12.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SITIO.....	27
2.12.4.1.- ASPECTOS TÉCNICOS CONSIDERADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO.....	27
2.13.- OPERACIÓN.....	34
2.14.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS METODOLOGÍAS SELECCIONADAS. ....	35
CAPITULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO.....	36
3.1.- TIPO DE ESTUDIO.....	36
3.2.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.3.- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	38
3.5.- DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SUBPRODUCTOS.....	51
3.5.1.- EVALUACIÓN DE SITIOS. ....	51
3.5.2.- INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS.....	54
3.5.3.- ESTUDIO DE SUELO.....	54
3.5.5- CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y ÁREA REQUERIDA PARA EL RELLENO SANITARIO. ....	55
3.5.6- DISEÑO DE LAS TRINCHERAS DEL RELLENO SANITARIO.....	57
3.5.7.- DETERMINACIÓN DE LIXIVIADO.....	58
3.5.8.- DISEÑO DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADO.....	64
CAPITULO IV.- PIGARS.....	69

4.1.- PASO N° 1: DIAGNOSTICO SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. ....	69
4.1.1.- CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. ....	70
4.1.3.- ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA) .....	96
4.2.- PASO N° 2: ESTABLECIMIENTOS DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS. ....	102
4.2.1. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS. ....	103
4.2.2.- VISIÓN DEL PIGARS.....	103
4.3.- PASO N°3: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS. ....	104
4.5.- PASO N°5: ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO AL PIGARS, ASÍ, COMO LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SUB PRODUCTOS. ....	113
4.5.1.- OPERATIVIZACIÓN DEL PIGARS. ....	114
EVALUACIÓN GLOBAL. ....	120
Los resultados deben de ser expresados por puntos asignados a cada aspecto de evaluación: 2 puntos al sitio de mejores condiciones, 1 al medio y 0 al de peores condiciones. La asignación de puntos puede observarse en la siguiente Tabla N°35. ....	120
PUNTUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL SITIO POR LA EVALUACIÓN GLOBAL.....	120
4.5.2.7.- DISEÑO DEL CANAL PERIMETRAL PARA EL RELLENO SANITARIO.....	133
4.5.2.8.- DRENAJE PLUVIAL PARA TRINCHERAS O ZANJAS. ....	137
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	143
CAPÍTULO VI.- BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS. ....	145
6.1.- BIBLIOGRAFÍA.....	145
6.2.- ANEXOS.....	147

**ÍNDICE DE TABLAS:**

**Tabla N°1.**Componentes de RSU Domestico (%)

**Tabla N°2.** Composición física de los residuos sólidos en localidades de Nicaragua.

**Tabla N°3.** Algunos datos típicos del contenido de humedad para los componentes de los desechos sólidos municipales.

**Tabla N°4.** Enfermedades relacionadas con RSM transmitidas por vectores.

**Tabla N°5.** Ventajas y riesgo de un relleno sanitario.

**Tabla N°6.** Criterios de ECO/Centro de Ecología Humana y Salud, Centro Regional OPS/OMS.

**Tabla N°7.** Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) Diciembre 1997.

**Tabla N°8.** Simbología y codificaciones usadas en la caracterización.

**Tabla N°9.** Descripción de las actividades de entrega y recolección de las bolsas para las muestras.

**Tabla N°10.** Lista de materiales utilizados en la caracterización domiciliar.

**Tabla N°11.** Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la ciudad.

**Tabla N°12.** Aspectos e indicadores, evaluación socio-ambiental y natural.

**Tabla N°13.** Asignación estándar de puntos para la evaluación ambiental.

**Tabla N°14.** Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y áreas requeridas para el relleno sanitario.

**Tabla N°15.** Datos básicos de diseño.

**Tabla N°16.** Valores que toma el coeficiente "K"

**Tabla N°17.** Parámetros del estudio de lixiviados.

**Tabla N° 18.** Valores de PPC por día para los diferentes estratos así como el

promedio.

**Tabla N°19.**Valores comparativos de PPC en diferentes centros urbanos del País.

**Tabla N°20.**Producción total y Per-cápita en ciudades de ACL con menos de 500.000 habitantes.

**Tabla N°21.**Composición Física de los Residuos Sólidos.

**Tabla N°22.**Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas del país.

**Tabla N°23.**Densidad promedio de La Trinidad.

**Tabla N°24.**Valores de densidad en diferentes municipios del País.

**TablaN°25.**Flota vehicular destinada a la prestación del servicio.

**Tabla N°26.**Organización de la Estructura.

**Tabla N°27.**Algunas de las principales causas otorgadas por la población muestreada en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos.

**Tabla N°28.**Ingresos y egresos vinculados al servicio del 2011.

**Tabla N°29.**Ingresos y egresos vinculados al servicio del 2012.

**Tabla N°30.**Tarifa de cobro aprobada por el Consejo Municipal.

**Tabla N°31.**Resultado del análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

**Tabla N°32.**Se presentan las acciones correspondientes a cada uno de los lineamientos estratégicos planteados.

**Tabla N°33.**Matriz de asignación estándar de puntos para evaluación ambiental.

**Tabla N°34.**Matriz: material de cobertura, vías de acceso según calidad y cantidad, costos de mejoramiento de las mismas.

**Tabla N°35.**Asignación estándar de puntos para la evaluación global.

**Tabla N°36.**Puntuación total en las evaluaciones globales de los sitios.

**Tabla N°37.**Presiones Admisibles del Terreno.

**Tabla N°38.**Sondeo No.1

**Tabla N°39.**Sondeo No.2

**Tabla N°40.**Balance Hídrico (WBH).

**Tabla N°41.**Caudal Q De Lixiviados.

**Tabla N°42.** Coeficiente de Escorrentía.

**Tabla N°43.**Estación Raúl González, San Isidro, Matagalpa.

**Tabla N°44.**Valores del Coeficiente de Rugosidad.

**Tabla N°45.**  $n$  Rugosidad de Manning para Tubería de Plástico PVC.

**Tabla N°46.**Dimensiones de tanques sépticos del primer periodo.

**ÍNDICE DE FIGURAS:**

**Figura N°1.** Localización del área de estudio.

**Figura N°2.** Esquema gráfico para la planificación del PIGARS-LA TRINIDAD.

**Figura N°3.** Método del Cuarteo.

**Figura N°4.** Pesaje de bolsas con basura.

**Figura N°5.** Materiales.

**Figura N°6.** Pesaje de basura por estrato.

**Figura N°7.** Calculo de volumen.

**Figura N°8.** Mezcla homogénea de basura.

**Figura N°9.** Clasificación de los residuos.

**Figura N°10.** Pesaje de muestras resultante del método de cuarteo.

**Figura N°11.** Recolección de materia orgánica.

**Figura N°12.** Equipos de protección.

**Figura N°13.** Estación Meteorológica de San Isidro.

**Figura N°14.** Condiciones actuales de manejo del vertedero municipal.

**Figura N°15.** Botaderos Clandestinos, no autorizados en La Trinidad.

**Figura N°16.** Estratigrafía del Sub-Suelo.

**Figura N°17.** Ubicación Topográfica del Terreno.

**Figura N°18.** Curvas IDF, Raúl González.

**Figura N°19.** Mapa Topográfico del Sitio.



**ÍNDICE DE GRÁFICOS:**

**Gráfico N°1.** Estrato A vs Ppc-Prom.

**Gráfico N°2.** Estrato B vs Ppc-Prom.

**Gráfico N°3.** Estrato C vs Ppc-Prom.

**Gráfico N°4.** Distribución Porcentual de la Composición Física de los Residuos Sólidos.

**Gráfico N°5.** Tipos de recipientes utilizados en la ciudad de La Trinidad para almacenar los residuos.

**Gráfico N°6.** Porcentaje de opinión de la población respecto al servicio de limpieza pública.

**Gráfico N°7.** Porcentaje de cobertura.

**Gráfico N°8.** Porcentaje de pago del servicio de recolección.

**Gráfico N°9.** Porcentaje de distribución de frecuencia de pago del servicio.

**Gráfico N°10.** Principales causas del porque la población no paga de forma mensual.

**Gráfico N°11.** Porcentaje de personas que conocen el valor de la tarifa de su vivienda

**Gráfico N°12.** Porcentaje de calificación del monto de la tarifa.

**LISTA DE ANEXOS:**

**6.2.1.- Anexo A.**- Mapa de Macro Y Micro Localización del Municipio de La Trinidad.

**6.2.2.- Anexo B.**- Datos de la Población Muestreada para la Caracterización de los Desechos Sólidos de la Ciudad de La Trinidad.

**6.2.3. Anexo C.**- Encuesta y Entrevista.

**6.2.4 Anexo D.**- Hojas de Registros.

**6.2.5.- Anexo E.**- Diseño en Autocad Mapa de Barrios de la Ciudad Y Rutas de Recolección.

**6.2.6.- Anexo F.**- Planos Topográficos.

**6.2.7.- Anexo G.**- Datos Meteorológico.

**6.2.8.- Anexo H.**- Diseño en Autocad del Relleno Sanitario de La Trinidad.

**6.2.9.- Anexo I.**- Ubicación del Vertedero.

**6.2.10.- Anexo J.**- Volúmenes de Trincheras.

**6.2.10.- Anexo J.**- Glosario.

**LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.**

**ACL:** América latina y El Caribe.

**AME:** Alcaldía Municipal de Estelí, Nicaragua.

**AMUDES:** Asociación de Municipios 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:** Desechos Sólidos.

**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/m<sup>3</sup>:** Kilogramos por metro cúbico.

**Kg/pac/día:** Kilogramos por paciente por día.

**Kg:** Kilogramo(s)

**Km:** Kilometro(s)

**M:** Metro.

**m<sup>2</sup>:** Metros cuadrados.

**m<sup>3</sup>:** 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.

**ONG:** Organización No Gubernamental.

**PIGARS:** Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

**PPC:** Producción per cápita.

**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)

**CARTA DE APROBACION DE PROTOCOLO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.075  
Managua, Marzo 12 del 2012

Bachilleres  
HOLMAN ADAN TORRES PAYAN  
DEYVIN ARIEL MARTINEZ GALLARDO  
CRISTIAN EMILIANO RUIZ ESCOTO  
Presente

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema Monográfico titulado "DISPOSICION FINAL Y PLAN DE GESTION AMBIENTAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL CASCO URBANO DE LA TRINIDAD, ESTELI", ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, de que el MSc. Ing. JIMMY SIERRA MERCADO, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el 12 de septiembre del 2012

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
DIOGS\*mary

**CARTAS DE EGRESADO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SECRETARIA**

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR: CRISTIAM EMILIANO RUIZ ESCOTO** Carné No.: **2006-21199** turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los **05 días del mes de Octubre** del año **dos mil doce**.



  
**DR. ING. ALVARO AGUILAR VELASQUEZ.**  
Secretario de Facultad

CC: Archivo.

DAAV/\*Ilsa\*

Managua, Nicaragua. Tel. (505) 22496435, Apdo. 5595. Recinto Universitario "Pedro Arauz Palacios"




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SECRETARIA

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR: DAYVIN ARIEL MARTINEZ GALLARDO** Carné No.: **2006-21408** turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los 05 días del mes de Octubre del año dos mil doce.

  
**DR. ING. ALVARO AGUILAR VELASQUEZ**  
Secretario de Facultad



CC: Archivo

DAAV/\*Ilsa\*

Managua, Nicaragua. Tel. (505) 22496435, Apdo. 5595. Recinto Universitario "Pedro Arauz Palacios"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SECRETARIA

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR: HOLMAN ADAN TORRES PAYAN** Carné No.: **2006-21153** turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los 05 días del mes de Octubre del año dos mil doce.



  
**DR. ING. ALVARO AGUILAR VELASQUEZ.**  
Secretario de Facultad

CC: Archivo

DAAV/\*Ilsa\*

Managua, Nicaragua. Tel. (505) 22496435, Apdo. 5595. Recinto Universitario "Pedro Arauz Palacios"



**CONSTANCIA DE REVISION DEL TUTOR**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Decanatura.

Managua 12 de Septiembre del 2012.

**Decano:**

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba.**

Por medio de la presente es de mi agrado comunicarle que el tema monográfico titulado **“Disposición Final Y Plan de Gestión Ambiental de Los Desechos Sólidos en el Casco Urbano de La Trinidad, Estelí.”** desarrollado por los Br. Cristiam Emiliano Ruiz Escoto, Dayvín Ariel Martínez Gallardo Y Holman Adán Torres Payán.

Ha cumplido con las correcciones y observaciones realizadas, en tal sentido expreso la conformidad del trabajo realizado, por lo que considero pertinente realizar las gestiones administrativas propias de la defensa.

Sin más a que referirme se despide.

---

Msc. Ing. Jimmy Sierra Mercado

## **DEDICATORIA**

A **Dios** al ser supremo por haberme dado la dicha de la vida por estar conmigo guiándome y bendiciéndome cada día, a ti señor porque hiciste realidad este sueño, por todo el amor con el que me rodeas. Te dedico esta tesis.

A mi **Madre Isabel Yohana Escoto Cruz** no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por todo tu esfuerzo, tu apoyo y por la confianza que depositaste en mí, gracias por estar a mi lado. Te quiero mucho.

A mi **Padre Emiliano Ruiz Centeno** éste es un logro que quiero compartir contigo, gracias por ser mi papá y por creer en mí. Quiero que sepas que ocupas un lugar especial dentro de mi corazón.

A mis **hermanos/a Isaac, Heylin, Emiljoan** que formaron parte de este logro y me regalaron su alegría, a mi hermanito que aún no sabe leer le dedico esta tesis, un día vas aprender gracias porque cada día me alentabas con tu sonrisa y travesuras. Los quiero mucho

A mi futura **sobrinita**, que ya vienes en camino, también te quiero bebé.

A mi **Sama** gracias por haber formado parte de este fruto, estoy más que agradecido por haberme brindado tu apoyo y compañía

A mis **familiares** que tuvieron una palabra de apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunos están aquí conmigo otros en mis recuerdos y en el corazón.

A mis **amigos** en especial a Dayvin y Holman q han sido como mis hermanos y que hemos compartido momentos inolvidables.

**Br. Cristiam Emiliano Ruiz Escoto.**

**DEDICATORIA**

**A:**

Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi madre Azucena de Dolores Gallardo, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi abuelita Paula Gallardo por ser como una segunda madre en mi vida.

Mi hermana Nayiris Gallardo Y hermano Lewis Gallardo por contar siempre con ellos en todo momento.

Mis compañeros de tesis: Holman Torres y Cristiam Ruiz por ser amigos incondicionales y por apoyarme en mi formación profesional.

La Universidad Nacional de Ingeniería por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

*“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” Filipense 4: 13*

**Br. Dayvin Ariel Martínez Gallardo.**

**DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso que me ha bendecido con su gracia.

A mi padres Domingo Torres y Norma Payán que siempre han estado ahí para apoyarme en todo lo que necesite que por su apoyo incondicional he llegado hasta donde estoy; que por enseñarme e inculcarme valores morales soy quien soy, así como a mi hermano mayor Norlan José Torres que ha sido ayuda incondicional en esta etapa de estudiante y en la vida misma.

También a mi abuelita Rosalpina García y mi tía Xiomara Torres que siempre han velado por mi seguridad y bienestar, pues parte de mi infancia ellas fueron mi madre y siempre lo serán; y sobre todo a mi hija Arely Sofia Torres y su madre que llena de alegría mi día a día.

También a todas las personas que de alguna u otra manera me ayudan a crecer como profesional y están ahí para todo lo que necesite como mi familia en general y a mis amigos más cercanos, en especial mis compañeros de tesis.

**Br. Holman Adán Torres Payán.**

## **CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- GENERALIDADES**

La basura es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado.

Es una de las principales problemáticas presentada en toda civilización y el municipio de La Trinidad no es la excepción, ya que al igual que cualquier asentamiento poblacional es generador de desechos o residuos sólidos.

En éste municipio existe un botadero a cielo abierto que no cuenta con el proceso adecuado para la disposición final de los desechos sólidos puesto que el tratamiento brindado a los desechos sólidos no es más que incineración lo que conlleva a una contaminación ambiental.

Se presenta una propuesta para la disposición final de desechos sólidos y sub productos que le dé solución a este problema; con un plan de gestión ambiental que mitigue el proceso del tratamiento de éste y de la misma manera, mejorar el sistema de recolección de dicho municipio a través del trazo de las rutas de circulación.

## **1.2.- ANTECEDENTES**

En Nicaragua, el acelerado crecimiento de la población y concentración en áreas urbanas, así como los impactos socioeconómicos asociados a los cambios en los patrones de producción y en los bienes de consumo, han provocado un incremento sustancial en la generación de los residuos sólidos, lo que ligado al deficiente manejo de los mismos, ha desembocado en un proceso de degradación ambiental y deterioro de la salud pública.

Desde hace dos décadas, la Alcaldía de La Trinidad inicio su preocupación por el problema de los desechos sólidos. Efectivamente la población municipal se había incrementado, este fenómeno ha tensado las capacidades municipales para satisfacer las demandas cada vez más crecientes de los pobladores.

La Trinidad fue ascendida a Ciudad el 8 de Diciembre de 1967 el botadero a cielo abierto municipal se ubicaba a una distancia de un kilómetro del casco urbano, en la parte Sur-Este, en el lugar conocido como el Guasimal, que cuenta con un área de una manzana que tuvo una vida útil de 1967 a 1990. El mismo se encuentra cercado con postes de madera, alambre de púas, en su gran mayoría, cuenta con un portón del mismo material. Las áreas útiles del vertedero es de media manzana, y la vida útil del mismo estaba calculada para cinco años.

Posteriormente en los años de 1990 a 2000, la ciudadanía por falta de regulación comenzaron a crear botaderos clandestinos, en dichos sitios los pobladores asistían para seleccionar materiales de valor como: plástico, aluminio, vidrio, hierro, etc., para negocios en los que ellos se sustentaban.

En el año 2000, se realiza el Plan Ambiental de Nicaragua, bajo este contexto se crea el primer Plan Ambiental del Municipio de la Trinidad el que evaluó los aspectos vinculados al servicio hay que resaltar como principales debilidades la falta planificación del servicio y por consiguiente, el manejo de los residuos sólidos en todas sus etapas; la poca recuperación de recursos económicos derivado de tarifas de cobro mal diseñadas lo que origina que la ciudadanía tiene una gran mora con la Alcaldía Municipal, este problema se deriva de la

ausencia de estrategias de divulgación para incentivar el pago de la población, y la falta de cobro efectiva por parte de la municipalidad; en la parte operativa, sobresale, la mínima planificación, supervisión, control y monitoreo de las rutas de recolección, y de las actividades que se desarrollan en el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos de la ciudad.

Los serios problemas económicos enfrentados por la municipalidad, impidieron que esta destinara un presupuesto para el fortalecimiento del Sistema de Recolección Transporte y Tratamiento(SRTT), lo que agregado con el paso del tiempo, de los dos camiones tipo Volquete con los que se contaba uno quedara fuera de servicio y se redujera el personal de recolección de 8 a 5 funcionarios, lo que originó la disminución en la cobertura del servicio que paso del 50% a un 30% del casco urbano, cubriéndose la restante población con jornadas especiales de recolección en coordinación con el Ministerio de Salud, ésto provocó la aparición de 3 botaderos ilegales, la renuencia de los pobladores por el pago del servicio por la irregularidad de la recolección y el constante peligro de contaminación por el inadecuado tratamiento de los desechos sólidos en su fase final.

La recolección de Residuos Sólidos Urbanos, se efectúa únicamente en el casco urbano y no se cuenta con un diseño de rutas de recolección, debido a que los núcleos poblacionales en la zona rural no están definidos y únicamente 1 de las 55 comunidades presenta las características como para hacer la recolección formal de los desechos sólidos.

Esta panorámica llevó a las autoridades municipales a tomar la decisión de buscar una solución a esta problemática, dividiendo el proyecto en dos fases, una que cubre el casco urbano y una segunda fase que ampliaría la cobertura a la zona rural.

En el año 2003 la alcaldía municipal compró un terreno que se encuentra ubicado en el sector Noreste del casco urbano a una distancia aproximada de 6 kilómetros de La Trinidad entre la comunidad de Las Animas y El Chagüite.

Se presentó un problema financiero en este periodo el cual consistía en que los ingresos no cubrían los egresos del sistema de recolección y transporte de la basura, es decir que los C\$292,486.80 córdobas no eran cubiertos por los C\$95,460 córdobas de ingresos los cuales en algunos casos solo se presentaban hasta C\$13,033 córdobas porque solo se recolectaba menos del 15% de la tarifa mensual en el casco urbano. El déficit financiero osciló entre los C\$187,101.80 sin incluir el servicio de barrido de calles y C\$279,453.80 incluyéndolo. Se propuso aumentar la tarifa del servicio y se logró balancear los ingresos y egresos.

En el 2005 la población del casco urbano de La Trinidad, consciente de la necesidad de fortalecer el Sistema de Recolección, Transporte y Tratamiento (SRTT) de los desechos sólidos, se organiza para asumir responsabilidades y roles. La alcaldía de La Trinidad, mediante gestiones e inversiones, se fortalece con los medios vehiculares que el SRTT de los desechos sólidos requiere y así mismo construyó un relleno sanitario con todas las normas que en esta materia rigen las leyes del país articulando esfuerzos con organismos e instituciones que trabajan con la salud y el medio ambiente generando soluciones integrales y complementarias a la problemática de los desechos sólidos.

Existieron muchas causas por lo que no se le dio seguimiento al proyecto llegando a una etapa final hasta el deterioro. Unos de los factores que incidieron fue el aspecto económico donde no pudo ser auto-sostenible debido que la población no contribuyó a la tasa de cobro (impuesto) establecido con respecto al tipo de usuario, además la falta de interés del gobierno municipal como principal y fundamental pieza para dar soluciones, es decir, creando una mini empresa teniendo como objetivo el reciclaje y la selección de los desechos sólidos en el Relleno Sanitario (RS), también la población no mostró interés teniendo en cuenta que es un problema social y ambiental que se debe solucionar.



### **1.3.- JUSTIFICACIÓN**

Debido a la falta de un lugar adecuado para el depósito final de los desechos sólidos recolectados en el Municipio de La Trinidad, existe una contaminación del medio ambiente y de las fuentes acuíferas superficiales, tres botaderos ilegales, que ponen en riesgo la salud de 8268 habitantes del casco urbano. Por esta razón se hace necesaria la elaboración de un proyecto determinado para la disposición final y la implementación de un sistema integral de selección, transporte, manejo y tratamiento de los desechos sólidos.

La gestión ambiental requiere de una alta participación e interés de la población, así como de una buena coordinación entre las instituciones a nivel local, sean éstas del Estado o privadas. Muchas de estas actitudes de indiferencia son debidas a la falta de educación y conocimiento de las leyes ambientales, y sobre todo de saber la importancia de conservar un ambiente sano y hacer uso adecuado de los recursos con que cuenta el municipio. Con este proyecto se pretende desarrollar acciones de manera conjunta con las entidades del Estado y las ONGs, dirigidas a sensibilizar, educar y fomentar la participación de la población urbana y rural en la protección del medio ambiente.

La aplicación eficiente de un plan de gestión integral 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)**. Por otro lado, los objetivos propuestos en el presente documento, expresan la necesidad, compromiso y oportunidad de garantizar el cumplimiento

de los principios, y objetivos generales y específicos definidos en dicha Política

Los beneficios que se obtendrán con el diseño e implementación de un plan de manejo para la gestión integral de los residuos sólidos del casco urbano, serán entre otros, los siguientes:

- 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 de 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.

El presente plan de gestión integral de los residuos sólidos urbanos en su concepción más amplia, tiene como propósito mejorar el servicio en cuestión en sus diferentes aspectos, entre ellos: “**Los Técnicos–Operativos**” en los cuales se encuentran inmersas las fases de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Aspectos en contacto más directo con la población y por consiguiente, mayormente sujetos a críticas por su carácter eminentemente indicativo; en principio: Porque de la calidad de éste, depende que la población goce de buenas condiciones de vida (salud), la estética de la ciudad, la calidad del medio ambiente y finalmente el desempeño general del Gobierno Local de turno.

## **1.4.- OBJETIVOS**

### **1.4.1.- OBJETIVO GENERAL**

- Formular una propuesta de Disposición Final de los Desechos Sólidos a través de una gestión adecuada, eficaz y eficiente de los volúmenes de residuos sólidos que se generan a diario en la Ciudad de La Trinidad, Estelí periodo 2012-2031.

### **1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios generados en el casco urbano, desde un punto de vista de la producción per-cápita y composición física; a fin de estimar los volúmenes de producción de los mismos.
- Evaluar los aspectos Gerenciales, Administrativos, Financieros y Técnicos – Operativos, ligados al servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.
- Proponer un plan de acción adecuado, eficaz y eficiente de los residuos sólidos generados en el área urbana de la ciudad, a fin de prevenir y reducir los riesgos para la salud pública y el ambiente.
- Realizar propuesta de diseño del micro y macro ruteo de la ruta de recolección de desechos sólidos.
- Diseñar una propuesta de disposición final de los desechos y sub productos.

## **CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1.- RESIDUOS SÓLIDOS.**

Material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, éste 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).

El residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o característica.

### **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 liquido, 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.

### **2.3.- TIPOS DE RESIDUOS MÁS IMPORTANTES:**

#### **2.3.1.- RESIDUOS MUNICIPALES.**

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. En Nicaragua, el acelerado crecimiento de la población y concentración en áreas urbanas, así como los

impactos socioeconómicos asociados a los cambios en los patrones de producción y de consumo, han provocado un incremento sustancial en la generación de residuos sólidos, lo que, ligado al deficiente manejo de los mismos ha desembocado en un proceso de degradación ambiental y deterioro de la salud pública.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

### **2.3.2.- RESIDUOS INDUSTRIALES.**

La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.

Nicaragua no cuenta con un inventario de residuos peligrosos, pero se anticipa que además de los residuos peligrosos del sector industrial y de los envases vacíos de plaguicidas a los que se hizo referencia previamente, el país tiene que hacer frente al problema que significan las reservas de plaguicidas fuera de uso o abandonados, entre los cuales destaca el toxafeno. A estos residuos se suman los bifenilos policlorados, usados como agentes dieléctricos en transformadores y capacitores, así como los equipos y suelos o materiales contaminados con ellos, que constituyen residuos peligrosos de los que hay que disponer.

### **2.3.3.- RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN.**

El origen de los residuos de construcción y demolición tal y como su nombre indica, provienen de la construcción y demolición de edificios e infraestructuras; rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes; construcción de nuevos edificios y estructuras; así como de la producción de materiales de construcción, por ejemplo una máquina de hacer hormigón, componentes del

hormigón, artículos de madera, etc. La generación de residuos de Construcción y Demolición está íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas.

Se consideran residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrallas, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas.

#### **CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MANEJO:**

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

- Residuo peligroso.
- Residuo inerte.
- Residuo no peligroso.

#### **RESIDUO NO PELIGROSO.**

De acuerdo a la NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE (NTON) 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.

**BOTADERO.**

Sitio donde se disponen los desechos sólidos sin ningún tratamiento.

**RELLENO SANITARIO.**

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

Además existe 2 tipos de rellenos sanitarios tales como: rellenos sanitarios manuales y rellenos sanitarios mecanizados.

**RELLENOS SANITARIOS MANUALES.**

Técnica que trata los rellenos sanitarios de manera manual para poblaciones menores de 40,000 habitantes y producción de desechos menores de 20 toneladas por día.

**2.4.- FACTORES QUE AFECTAN LAS TASAS DE GENERACIÓN DE LOS DESECHOS.**

**2.4.1.- 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.

## **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 real de desechos que transporta cada vehículo.

**ANÁLISIS DE PESO-VOLUMEN:** Es obtenido mediante el pesaje y la medición de cada carga de un vehículo de recolección para estimar el volumen de este y proporcionara una mejor información sobre el peso específico de las diversas formas de desechos sólidos en un lugar dado donde la persona que entre sepa plenamente que, pasando este lugar, se debe de cumplir normas y requisitos especiales de conducta.

**BÁSCULA:** Sirve para obtener el peso de los desechos, dato muy importante para conocer la vida útil real del relleno sanitario, las necesidades del material de cobertura, las necesidades de personal, maquinaria, cantidad de gases, y lixiviado que se producen. Las características de la báscula dependen de la cantidad de desechos que llegue, de los vehículos que la transporta y del presupuesto disponible.

**CASETA DE REGISTRO:** Tiene como función principal operar los controles de entrada de desechos y salida de todo el personal tanto empleado como visitante.

El área interior de la caseta debe de tener suficiente espacio para el manejo de la báscula, el archivo y los sistemas de comunicación correspondiente; de los trabajadores y herramientas menores como son; palas, picas, etc.



### **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, selección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, se precisa realizar una caracterización de los desechos sólidos, instrumento que permita tener datos precisos sobre la calidad y cantidad de los referidos desechos y de esta manera ofrecer instrumentos de mitigaciones con mayor eficiencia.

En seguida viene desarrollado la metodología propuesta para realizar dicha caracterización.

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

Por simples observaciones se pueden notar las variaciones en cantidad y características de los desechos generados 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.

### **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 de 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, etc.)

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

**Densidad suelta:** Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos. En Nicaragua fluctúa entre 200 a 300  $Kg/m^3$ .

**Densidad transporte:** Depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico oscila entre 400 y 500  $Kg/m^3$

**Densidad residuo dispuesto en relleno:** Se debe distinguir entre la densidad

recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio. En Nicaragua la densidad recién dispuesta fluctúa entre 500 y 600 kg/m<sup>3</sup>.

## **2.8.- PROPIEDADES Y/O CARACTERÍSTICAS.**

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.**

La composición física de los desechos sólidos es determinada básicamente por cuatro aspectos:

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

**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.

La composición de la basura generada en establecimientos comerciales depende principalmente de la actividad comercial desarrollada. Por ejemplo, en un hotel o un mercado se encontrarán con restos de comida o residuos de verduras y frutas. La basura recogida de calles, parques, plazas y otros sitios públicos consiste en su mayor parte de pedazos de papel, plástico, restos de cigarrillos, tierra, arena, excrementos de animales, hojas de árboles y otros 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.

**Tabla N°1.** Componentes de RSU Domestico (%)

<b>COMPONENTES DE RSU DOMÉSTICOS (PORCENTAJE)</b>			
<b>Componentes</b>	<b>Países de bajo ingreso</b>	<b>Países de mediano ingreso</b>	<b>Países de alto ingreso</b>
<b>Orgánicos</b>			
Residuos de comida	40 – 85	20 - 65	6 – 30
Papel	01-oct	ago-30	20 – 45
Cartón	01-oct	ago-30	5 – 15
Plástico	01-may	02-jun	2 – 8
Textiles	01-may	02-oct	2 – 6
Goma	01-may	02-oct	0 – 2
Cuero	01-may	01-abr	0 – 2
Residuos de jardín	01-may	01-abr	10 – 20
Madera	01-oct	01-oct	1 – 4
Orgánicos misceláneos	-	-	-
<b>Inorgánicos</b>			
Vidrios	01-oct	01-oct	4 – 12
Latas de hojalatas	-	-	2 – 8
Aluminio	01-may	01-may	0 – 1
Otros metales	-	-	1 – 4
Tierra, suciedad, cenizas, etc.	1 – 40	ene-30	0 – 10

**Tabla N° 2.** Composición física de los residuos sólidos en localidades de Nicaragua.

<b>LOCALIDAD</b>	<b>COMPONENTES (PORCENTAJE)</b>					
	<b>Materia orgánica</b>	<b>Papel y cartón</b>	<b>Plástico</b>	<b>Vidrio</b>	<b>Metal</b>	<b>Otros</b>
Tola	85	6	2	1	1	5
San Carlos	78	12	6	-	-	4
San Juan del Río Coco	55.3	10.5	5.3	3	3.1	24.2
Quilalí	68.6	3	2.7	1.7	2.2	24.7
Pantasma	42	16.5	10.5	4.8	7.6	18.5
Bello Horizonte (Managua)	80.7	7.1	7.6	1.7	1.7	1.1

Bo. Unión Soviética (Managua)	78	7.4	8.1	-	0.7	6.9
Bosques de Altamira (Managua)	74.6	7.2	9.3	3.4	2.8	2.4
C. Sandino (Managua)	85.58	4.58	4.1	1.34	2.66	1.73
Ticuantepe	58.38	3.77	4.8	2.43	0.91	
Acoyapa Chontales	61.69	1.96	4.05	1.98	1.13	29.19

Fuente: OPS/Downs-Coronado/Katin y Luquez/Pérez/INIFOM

### **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.

### **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.

**Tabla N°3.** Algunos datos típicos del contenido de humedad para los componentes de los desechos sólidos municipales.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD POR COMPONENTE</b>		
<b>componente</b>	<b>porcentaje de humedad</b>	
	<b>Rango</b>	<b>típico</b>
Desechos de alimentos	50 – 80	70
Papel	04-oct	6
Cartón	04-ago	5

Plástico	01-abr	2
Textiles	jun-15	10
Caucho	01-abr	2
Cuero	08-dic	10
Desechos de jardín	30 – 80	60
Madera	15 – 40	20
Vidrio	01-abr	2
Envases de hojalata	02-abr	3
Metales no ferrosos	02-abr	2
Tierra, ceniza, etc.	06-dic	8
Desechos sólidos municipales	15 – 40	20

### **2.9.- GESTIÓN DEL SERVICIO DE ASEO PÚBLICO.**

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, 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.

**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.

**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.

**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.

**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.

**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.

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.

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.- IMPORTANCIA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

Existe un conjunto de medidas que deben tomarse en cuenta para prevenir enfermedades y dentro de éstas, el manejo adecuado de los desechos sólidos es una de las más importantes.

El depósito final no pueden ser vertederos a cielo abierto, tal y como sucede en la mayoría de las poblaciones del país, ya que no se tiene control y son fuente de proliferación de vectores transmisores de enfermedades como los insectos y roedores, algunas de estas se muestran en la tabla N°8. Además, al no estar debidamente restringida su entrada, pueden ingresar animales como: perros, gatos, gallinas, cerdos, ganado, etc. que éstos a su vez, transmiten enfermedades como cisticercosis, teniasis o triquinosis, que transmiten los cerdos.

Las principales personas expuestas a las enfermedades son los propios recogedores de basura que no están debidamente protegidos en el proceso de manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos, además de los buzos y sus familiares, que son los trabajadores informales que clasifican la basura dentro de los vertederos para su venta posterior, y la población en



general a través de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas o consumo de los animales criados en esos vertederos.

**Tabla N° 4.** Enfermedades relacionadas con RSM transmitidas por vectores.

VECTORES	FORMAS DE TRANSMISIÓN	PRINCIPALES ENFERMEDADES
<b>Ratas</b>	Mordisco, orina y heces Pulgas	Peste bubónica
		Tifus murino
		Leptospirosis
<b>Moscas</b>	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea
		Salmonellosis
		Cólera
		Amibiasis
		Disentería
		Giardiasis
<b>Mosquitos</b>	Picadura del mosquito hembra	Malaria
		Leishmaniasis
		Fiebre amarilla
		Dengue
		Filariasis
<b>Cucarachas</b>	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea
		Heces
		Cólera
		Giardiasis
<b>Cerdos</b>	Ingestión de carne contaminada	Cisticercosis
		Toxoplasmosis
		Triquinosis
		Teniasis
<b>Aves</b>	Heces	Toxoplasmosis

*Fuente: Manual de saneamiento y protección ambiental para los municipios. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, DESA/UPMG. Fundación de protección del Medio Ambiente. MG. 1995.*

### **2.11.- ¿QUE ES UN 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, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

### **2.12.- ¿QUE ES UN 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.

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.

#### **2.12.1.- RELLENO SANITARIO MANUAL.**

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. En el sitio los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

El relleno sanitario manual se aplica para las pequeñas poblaciones que generan hasta 15 toneladas diarias de basura. El término manual indica que la compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada sin

máquinas. Basta una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas y compactadores manuales.

### **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. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

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.

**2.12.2.- Tabla N°5. VENTAJAS Y RIESGO 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 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"> <li>1. La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario.</li> <li>2. Se asocia el término <i>relleno sanitario</i> al de botadero a cielo abierto.</li> <li>3. La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra.</li> <li>4. La falta de saneamiento legal del lugar.</li> </ol>
<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 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, etc.</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, etc.</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>

**2.12.3.- PASOS PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO.**

**PASO1:**

Estudio de la situación del servicio de recolección de basura y toma de datos para el diseño de relleno sanitario apropiado. Los datos estudios básicos incluyen la siguiente información:

1. Datos de población.
2. Datos del servicio de recolección de basura.
3. Información geológica.
4. Información Hidrológica.
5. Estudio topográficos de sitios alternativos.
6. Análisis de las vías de acceso.
7. Aéreas disponibles.
8. Distancias de mínimas del límite urbano y los grupos población.
9. Disponibilidad del material de relleno en el sitio seleccionado.
10. Compatibilidad con el desarrollo urbano de la ciudad.

11. Perspectivas del uso de terreno una vez que se cumpla la vida útil del relleno sanitario.
12. Profundidad del manto freático.
13. Precipitación pluvial de la zona.

**PASO 2:**

Estudios específicos del sitio seleccionado, conteniendo entre otros, los siguientes;

1. Estudios de geología.
2. Estudios de hidrología.
3. Estudios de topografía.
4. Estudios infiltración del terreno.
5. Diseño propiamente dicho con todas las partes de la obra.
6. Especificaciones técnicas.
7. Procedimientos constructivos.
8. Dimensiones de celdas.
9. Métodos constructivos.
10. Acabado superficial.
11. Equipo operacional a emplear.
12. Normas de operación del relleno sanitario.

**PASO 3:**

Construcción de la obra con todas las partes correspondientes, lo que incluye;

1. Obras de infraestructura periférica como vías de acceso, drenajes pluviales, desviación y escurrimiento de aguas superficiales.
2. Obras de infraestructura del relleno, que incluye cortes del tratamiento del suelo de soporte del relleno, drenajes del líquido percolado, ventilación de gases, vías acceso y drenaje pluvial interno.
3. Obras para recolección, tratamiento y disposición del líquido percolado.
4. Obras auxiliares como cercas, porterías, oficinas e instalaciones sanitarias del personal del trabajo.
5. Puesta en marcha de la normas del relleno sanitario.

**2.12.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SITIO.**

Para la evaluación y selección de sitios para construir un relleno sanitario es 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 parte de la premisa que un Relleno Sanitario involucra, los tres medios bajo los que existe la vida que son: suelo, aire y agua, por tanto es vital evaluar las características específicas de la zona de estudio, debiéndose definirse y valorar dichas características de modo que se obtenga una evaluación lo más objetiva y técnicamente aceptable para los Gobiernos Locales.

Es así como se presentan una serie de criterios técnicos internacionales y nacionales para utilizar tanto en evaluaciones preliminares como en estudios completos de selección de sitio para relleno sanitario.

**2.12.4.1.- ASPECTOS TÉCNICOS CONSIDERADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO.**

**a).- VIDA ÚTIL DEL SITIO:**

El sitio deberá tener una extensión tal que, estimada una rasante de proyecto terminado, se tenga un volumen que pueda recibir desechos sólidos, para cuando menos 10 años de operación del relleno sanitario, es preferible arriba de los 15 años en donde la factibilidad financiera resulta más viable.

Para el cálculo de este volumen se deberá tomar en cuenta la proyección futura de la población y el índice de generación (tasa de incremento anual en la generación per cápita)

**b).- TIERRA PARA COBERTURA:**

El relleno sanitario debe ser lo más autosuficiente en tierra necesaria para su cobertura como sea posible.

Si el sitio no contara con tierra suficiente o no se pudiera excavar, deberán investigarse bancos de material para cobertura en lugares próximos y accesibles tomando en cuenta el costo de transporte.

**c).- TOPOGRAFÍA DEL SITIO:**

El relleno puede diseñarse y operarse en cualquier tipo de topografía. Sin embargo, es preferible aquella en que se logre mayor volumen aprovechable por hectárea, como puede ser el caso de minas abandonadas a cielo abierto e inicio de cañadas, pequeñas vaguadas o depresiones naturales de cerros.

**d).- VÍAS DE ACCESO:**

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia de la mancha urbana y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año.

**e).- VIENTOS DOMINANTES:**

La ubicación del sitio deberá seleccionarse de tal manera que los vientos dominantes soplen en sentido contrario a la mancha urbana con el fin de evitar posibles malos olores; aunque si el relleno sanitario opera correctamente, el factor “viento dominante” puede despreciarse.

**f).- UBICACIÓN DEL SITIO:**

Un relleno sanitario bien operado no causa molestias, sin embargo es preferible ubicar el sitio fuera de la mancha urbana, previendo que al final de la vida útil del relleno, éste se pueda usar como área verde.

Se recomienda que el sitio para el relleno sanitario esté cercano a la mancha urbana (2 kilómetros mínimos y 12 kilómetros máximos) ya que se reducen los costos de transporte y se asegura que los problemas operativos (ruidos, tránsito, etc.) no afectarán a la misma.



**g).- GEOLOGÍA:**

Un contaminante puede penetrar al suelo y llegar al acuífero, contaminándolo y haciéndolo su vehículo, por lo tanto es muy importante conocer el tipo de suelo (estratigrafía) del sitio para el relleno sanitario.

Los suelos sedimentados con características areno-arcillosas son las más recomendables ya que son suelos poco permeables. Por lo cual la infiltración del líquido contaminante se reduce sustancialmente.

Por otra parte, este tipo de suelo es suficientemente manejable como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta.

**h).- HIDROGEOLOGÍA:**

Uno de los factores básicos para la selección del sitio es el de evitar que puedan haber alguna contaminación de los acuíferos.

Por eso es muy importante realizar un estudio hidrogeológico para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección y velocidad del escurrimiento o flujo de la misma.

En algunos casos esta información ya existe, con lo cual es factible que no sea necesario realizar el estudio.

**Tabla N°6.** Criterios de ECO/Centro de Ecología Humana y Salud, Centro Regional OPS/OMS.

<b>CONSIDERACIONES DEL SITIO</b>	<b>PUNTAJE</b>
Distancia al perímetro urbano > 500 mts	
Distancia a aeropuertos (aviones de turbina > 3km. de pistón > 1.5 Km.)	
Periodo de traslado desde el centro urbano < 30 min.	
Ubicado a sotavento de poblaciones	
Condiciones naturales de protección	
Alejado de fuentes de agua	
Profundidad de manto freático > 10 mts.	
Coeficiente de permeabilidad bajo	

Compatibilidad con el desarrollo urbano	
Vida útil >10 años	
Cercanía del material de cobertura	
Propiedades del material de cobertura	
Costos y procesos de adquisición del terreno	
Distancia horizontal hacia cualquier fuente de agua potable >1000 mts.	
<b>Total</b>	

CONDICIÓN	PUNTAJE
Excelente	4
Muy Bueno	3
Bueno	2
Regular	1
Malo	0

**Tabla N°7.** Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) Diciembre 1997.

ASPECTO	NORMA
Distancia al perímetro de la ciudad	>1,000 metros
Comarcas aguas abajo	Alejado
Distancia horizontal a fuentes de agua superficiales	>800 mts.
Distancia vertical al nivel freático	>5 mts
Ubicación del sitio	A sotavento de la ciudad
Tipo de suelo	Arcilloso
Propiedades del material de cobertura	Arcilloso
Servicio de agua potable (opcional)	Próximo
Dirección del crecimiento de la ciudad	Dirección contraria al sitio
Periodo de traslado al centro de la ciudad	<30 min
Distancia al banco de material de cobertura	<500 mts
Vocación del suelo	Poco fértil
Costos del terreno	Bajo
Vida útil	>10 años
Pendiente y estado de las vías de acceso al sitio	<10 grado, buen estado

**CRITERIOS DEL MINISTERIO DE SALUD:**

- Ubicarse a una distancia mínima de 200 metros de cualquier sitio o local aislado.
- Ubicarse a 1 km de toda población, industria de alimentos, grupos de viviendas, escuelas, hospitales y centros de desarrollo infantil.
- Ubicarse a 500 metros de lecherías y a sotavento de éstas.
- Ubicarse a 500 metros de cualquier fuente de abastecimiento de agua pública.
- Ubicarse a 300 metros de cualquier vía principal de comunicación.
- Ubicarse a sotavento de poblados.
- Evitar su ubicación en cuencas de ríos que abastecen a la población.
- No ubicarse en dirección al crecimiento de la población.
- El terreno debe presentar buenas condiciones de drenaje, no inundable.
- Preferiblemente el uso del suelo debe tener bajo valor
- La profundidad de las aguas subterráneas del sitio cumplir lo siguiente:

En suelo limo-arenoso	8 metros
En suelo limo	5 metros
En suelo arcilloso	3 metros
- El área del terreno propuesto debe garantizar una vida útil mínima de 10 años.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES**

**(MARENA)**

**a.- GENERALES:**

- En la selección del sitio deberán considerarse aquellos lugares donde las operaciones del relleno sanitario conduzcan a mejorar el terreno.
- La elección debe hacerse en consulta con las autoridades locales.
- Es necesario tomar en cuenta para la selección del sitio la opinión de la comunidad afectada.

- Estos rellenos sanitarios no deben ser utilizados para desechos tóxicos industriales, ni desechos peligrosos hospitalarios.

**b.- PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS:**

La profundidad del manto friático o aguas subterráneas deberá cumplir con lo siguiente:

- En suelo limo-arenoso, por lo menos 8 metros de profundidad.
- En suelo limoso, por lo menos 5 metros de profundidad.
- En suelo arcilloso, por lo menos 3 metros de profundidad.
- No se permitirá la ubicación en suelos arenosos o gravosos.
- El sitio debe estar lo suficientemente alejado de las fuentes destinadas al abastecimiento público de agua potable, sean aguas superficiales o pozos. Estos deben estar a más de 1,000 metros de distancia del sitio seleccionado.
- El terreno seleccionado y el entorno deben tener poca pendiente (2-5%) y no debe ser muy pronunciada en sitios donde existan fuentes de agua a una distancia menor de 1000 metros.
- No debe existir pozos excavados a una distancia menor de 75 metros alrededor del perímetro del relleno sanitario.
- No se permitirá la instalación de rellenos sanitarios a menos de 1 Km. de las costas de lagos, lagunas, zonas costeras, márgenes de ríos, área turísticas, etc.

**c.- CONDICIONES AMBIENTALES:**

- La ubicación del terreno debe estar a una distancia al perímetro de la ciudad o poblado no menor de los 500 – 1000 metros, dependiente de varias condiciones.
- Debe estar ubicado a sotavento de la población, de tal manera que el aire circule de la población hacia el sitio del relleno y no al revés.
- Debe ubicarse como mínimo a 1Km. de industria de alimentos, escuelas, hospitales, centros de desarrollo infantil y área de recreación.

- Debe tomarse en cuenta el plan de desarrollo urbano, a fin de conocer la delimitación del perímetro urbano y uso potencial y futuro del suelo y la dirección del crecimiento de la ciudad.

### **LIXIVIADO O PERCOLADO.**

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<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), amoníaco (NH<sub>3</sub>) 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.

### **2.13.- OPERACIÓN.**

#### **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 allí.
- 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. 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, emigren a las viviendas vecinas, con los consiguientes riesgos y problemas.

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.

### **CONTROL DE OPERACIONES.**

- Sembrar vegetación sobre la tierra de cobertura en toda el área.
- El control del ingreso de residuos sólidos (portería).
- 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).
- La distribución adecuada del programa de trabajo (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.

### **2.14.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS METODOLOGÍAS SELECCIONADAS.**

En Nicaragua, estudios diversos realizados con fines de caracterización de volúmenes de producción de residuos sólidos a nivel municipal, y para efectos de planificación de los mismos, han sido realizados bajo la aplicación del **Método de Cuarteo**, método desarrollado bajo responsabilidad del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS adscrito a la Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS; 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. El número de habitantes de la ciudad de La Trinidad es de 8,268 hab.

En lo que respecta a la decisión de utilizar la denominada metodología PIGARS desarrollada por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú (**CONAM-PERÚ**). 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.

### **CAPITULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO.**

El presente capítulo aborda la metodología aplicada para la realización del Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos, el cual contendrá materiales y métodos para la realización eficaz del mismo.

#### **3.1.- TIPO DE ESTUDIO.**

El estudio se clasifica como desarrollo **tecnológico, prospectivo y descriptivo.**

El presente estudio es de carácter descriptivo ya que se analizó el manejo de los residuos sólidos municipales que se generan en la zona urbana del Municipio de



La Trinidad. Con base en los resultados, se elaboró un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS) acorde con las características y necesidades del Municipio de La Trinidad.

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.

### **3.2.- 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 correspondiente al estudio a realizarse.
- Entrevista con personajes claves, principalmente se le realizó 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 desechos sólidos.
- Método del cuarteo, La caracterización de los residuos sólidos domésticos generados en la ciudad de La Trinidad, se realizó mediante la aplicación del Método del Cuarteo.
- Observación in situ, 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.
- Realización de encuestas realizadas con el objetivo de conocer datos que servirían posteriormente en el cálculo de ciertos parámetros de importancia en el estudio y para conocer la opinión de los pobladores.
- La metodología de referencia utilizada para elaborar el respectivo Plan de Manejo de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Estelí, es la Metodología PIGARS, desarrollada por el Concejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAM-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.

### **3.3- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

El presente trabajo se realizó en 13 barrios de **La Trinidad**, un municipio del departamento de Estelí (Nicaragua) a unos 125km aproximadamente de Managua, se localiza entre las coordenadas 12°58'10" Latitud Norte, 86°14'12" Longitud Oeste y con una Altitud de 684msnm, limita al Norte con el municipio de Estelí, al Sur con el municipio de Santa Rosa del Peñón (León) y San Isidro (Matagalpa), al Este con La Concordia (Jinotega) y al Oeste con el municipio del Sauce (León).

**Figura N°.1** Localización del área de estudio.



### **3.4.- PROCEDIMIENTO USADO PARA REALIZAR EL ESTUDIO.**

#### **1. Zonificar la ciudad.**

Para la zonificación se realizó un análisis de un mapa del casco urbano determinando las áreas homogéneas o con características similares

referente al estrato social.

**Estratificar la zona residencial por nivel socioeconómico.**

Esto no es más que definir los estratos socioeconómicos con los cuales diferenciaremos las viviendas muestreadas ya sea en estrato alto, medio y bajo.

Las casas que se encuentran en el estrato A o Alto son las que tienen mejor infraestructura, todos los servicios básicos además de teléfono e internet, buena infraestructura vial por lo que gozan de altos ingresos.

Las que pertenecen al estrato B o Medio pueden variar en el sentido que puedan tener una buena estructura en su vivienda y una mala vía de acceso o lo contrario, y sus servicios básicos, es decir, agua potable, energía eléctrica, teléfono fijo y TV cable.

En el estrato C o Bajo se encuentran las casas con mala infraestructura y mal acceso vial, en las cuales no todos gozan de los servicios básicos, en algunas solo cuentan con agua potable.

**2. Distribuir la población total de la ciudad por nivel socioeconómico.**

Con uso del mapa de zonificación se agrupó la población según corresponde a lo establecido en el paso 2 en relación a su estrato socioeconómico.

**3. Determinar el número de Muestra, por estrato socioeconómico para el cual se aplicó la siguiente ecuación:**

$$N = \frac{v^2}{\left[\left(\frac{E^2}{1.962}\right) + \left(\frac{v^2}{N}\right)\right]} Ec 1$$

**Donde:**

**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 del estrato definido.

**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.

**4. Determinar la zona representativa por nivel socioeconómico.**

En esta fase se procedió a escoger las casas a muestrearse seleccionando al mismo número de casas por barrio a excepción de dos San Antonio y San José los barrios más grandes.

**5. Promocionar, motivar y lograr la participación de la población.**

Para ésto se visitó cada hogar seleccionado un día antes de comenzar la caracterización, es decir el lunes 21 de marzo del corriente año. Con el objetivo de conocer el punto de vista de la población, todo esto con la ayuda de una encuesta en la que se registró la cantidad de personas por vivienda para facilitar en los cálculos posteriores la producción per cápita, entre otras cosas.

**6. Una vez determinadas las viviendas a muestrear.**

Se procedió a recolectar las muestras de basura por las viviendas ya seleccionadas en un camión asignado por la alcaldía municipal.

**7. Cada día las bolsas de los tres estratos fueron llevadas a un punto de concentración de los desechos (Centro Recreativo Oyanca) para la**

determinación de su densidad y composición.

**Para la Determinación de la Densidad:**

Se vertió el contenido de todas las bolsas de un mismo estrato en un barril plástico, se sacudió con el fin de que la basura ocupara los espacios vacíos que existían en éste, para asentar y nivelar los desechos.

Se midió la altura de los desechos dentro del barril. Dado que se cuenta con el diámetro del barril, se calculó con la altura ya obtenida el volumen total ocupado por la basura.

Conociendo el peso total de la basura por estrato se determinó la densidad en kilogramos por metros cúbico.

**3.4.1.- ELABORACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

La metodología de referencia utilizada para elaborar el respectivo Plan Integral de Gestión Ambiental de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de La Trinidad, es la metodología **PIGARS**, desarrollada por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú (**CONAM-PERÚ**).

Es necesario aclarar que la metodología PIGARS desarrollada por el **Consejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAM)** 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.

Cabe recalcar que para efectos de la planificación del PIGARS-La Trinidad, no se hizo uso de todas las fases que plantea la metodología PIGARS (CONAM, Perú 2001); sino que ésta, fue modificada para fines prácticos, con el objetivo de adaptarla a las particularidades del municipio principalmente.

En la figura N°2 se presentan resumidos los pasos aplicados para la elaboración del PLAN, adaptado del modelo original propuesto por el Consejo Nacional del

Ambiente de Perú.



**Figura Nº2.** Esquema gráfico para la planificación del PIGARS-LA TRINIDAD.

#### **3.4.1.1.- PASO Nº1: DIAGNOSTICO SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS Y VALIDACIÓN DEL MISMO.**

#### **CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

**La Caracterización de los Residuos Sólidos** generados en la ciudad de La Trinidad, se realizará mediante la aplicación del “Método de Cuarteo”, método ampliamente utilizado para caracterizar residuos sólidos generados en ciudades pequeñas de América Latina; validado y reconocido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente **CEPIS/OPS/OMS**.

La caracterización, implicó el cálculo y procesamiento de las siguientes variables para su posterior análisis:

- Producción Total y Per. Cápita (PPC).
- Volumen.
- Densidad.
- Composición Física.

#### **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

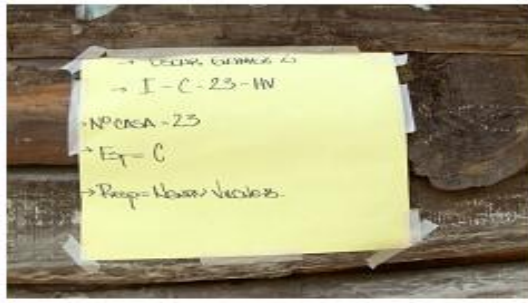
Para la caracterización de residuos sólidos solo se tomaron en cuenta

únicamente los residuos domésticos de la ciudad de La Trinidad.

Una vez determinada la muestra se escogieron las casas de las que se obtendrían los residuos sólidos. Para la recolección de éstos se utilizó el camión de 4 m<sup>3</sup> de la alcaldía y 3 ayudantes que se encargan de la recolección diaria de la basura en la ciudad.

En cada casa a la que se visitó se encontraba un rótulo el cual se colocó un día antes de comenzar la caracterización el que describía información como el número de vivienda, el barrio, el estrato al que pertenece según la estratificación que se realizó, el responsable y el código.

**TABLA N°8.** Simbología y codificaciones usadas en la caracterización.

Imagen.	Simbología.
	Nombre de barrio seleccionado.
	Código: N° de grupo – Estrato – N° casa – Responsable.
	N° casa.
	Estrato.
	Responsable.

En los sitios a muestrear se realizaron encuesta a los habitantes para conocer el número de personas en el domicilio, el manejo que realizan de los residuos, la capacidad de pago, entre otras; con el fin de recopilar datos para obtener la Ppc, densidad, etc.

Dichas encuestas se realizaron un día antes con el objetivo de que al terminarla se le dejara una bolsa en la cual ellos depositarían los residuos generados durante todo el día, restos que se recolectarían al día siguiente esta actividad se repetiría por ocho días consecutivos empezando desde el 20 de marzo hasta el 27 de marzo del 2012.

**Tabla N°9.** Descripción de las actividades de entrega y recolección de las bolsas para las muestras.

DÍA-MES	HORA	ACTIVIDAD
19-mar-12	07:00Am–04:00Pm	Realización de la Encuesta, entrega de bolsa para el día 20 de Marzo.
20-mar-12	08:00Am–11:30Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
21-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
22-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
23-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
24-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
25-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
26-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos, entrega de la bolsa para el día siguiente.
27-mar-12	07:00Am–10:00Am	Recolección de las muestras por estratos.

Las bolsas fueron entregadas diariamente para recordar a la gente que depositarán los residuos generados únicamente el día de turno, y así no interferir con el estudio muestras que no correspondiesen al día de generación.

A partir del primer día de recolección se procedió a realizar el análisis de los residuos recolectados aunque el resultado del primer día no es confiable debido al desconocimiento del período de almacenamiento de los residuos, por ende no aparecen ni son tomados en cuenta para encontrar el promedio de la Ppc.

La actividad realizada el día uno, sirvió de base para afinar detalles en la aplicación del método y la recolección de las muestras de residuos por las viviendas seleccionadas.

El análisis fue realizado en el Centro Recreativo Oyanca de la ciudad de La Trinidad, único sitio que presentaba las condiciones idóneas para la realización de esta actividad debido a que es un lugar cerrado, amplio y privado.

Lugar en el que se procedió a realizar la medición del barril el primer día, medición del peso por estrato, densidad de los residuos, así como la



composición física una vez aplicado el Método del Cuarteo.

**Figura N°3.** Método del Cuarteo.



En este sitio se inició colocando los instrumentos y útiles necesarios para el estudio como la pesa con capacidad de 150 kg (Ver Figura 4) en la cual pesábamos cada bolsa y el plástico negro de 4 x 2.5 metros (Ver Figura 5) entre otras cosas como rastrillos, palas, barril, etc.



**Figura N°4**



**Figura N°5**

Una vez pesada cada bolsa se vertían los residuos por cada estrato en un barril plástico de 58 gln, el cual se peso nuevamente para conocer el peso por estrato (Ver Figura 6), éste se agitó levemente para que los residuos ocuparan los espacios vacíos y proceder a medir el espacio ocupado por ellos en el barril, con una cinta se midió la altura ocupada (Ver Figura 7) calculando a su vez el volumen y así calcular la densidad, este procedimiento se repitió para cada estrato diariamente



**Figura N°6**



**Figura N°7**

Los residuos que se encontraban dentro del barril fueron vertidos sobre el pliego de plástico para que de esta manera fueran mezclados usando un rastrillo y dos palas con el fin de obtener una mezcla homogénea (veáse Fig 8); ésta se dividió en cuatro partes en forma de cuadrantes de los cuales se escogieron dos cuadrantes opuestos el resto fue desechado de inmediato, éste procedimiento se realizó por segunda vez hasta tener una muestra representativa para cada estrato (veáse Fig 9), todo esto con el objetivo de reducir el volumen de la muestra y así proceder a clasificar los residuos.



**Figura N°8**



**Figura N°9**

De la muestra resultante del cuarteo se clasifican los residuos en Materia Orgánica, Carton, Plástico, Textil, Papel, Lata, Vidrio y Otros (Huesos, Hule, Porcelana, Madera, etc), luego cada componente fue pesado en un saco de macen como lo muestra la (Fig 10).



**Figura N°10**

La muestra de lixiviados se generó a través de una muestra representativa de materia orgánica (veáse Fig 11) obtenida en el último cuarteo, el barril fue dividido en 7 partes una parte fue llenada cada día con un poco de materia orgánica y un poco de agua sucesivamente por 8 días hasta quedar saturada de agua y materia orgánica.



**Figura N°11**

Para que la muestra fuese llevada al laboratorio era necesario molerla y almacenar todo lo secretado, además de su líquido, es decir, el agua almacenada en el balde junto a la materia orgánica durante la caracterización.

Durante la caracterización fueron utilizados equipos de protección como nasobucos y guantes de cuero, con el propósito de aumentar al máximo nuestra seguridad personal. **Figura N°12.** Equipos de Protección.



**Tabla N°10.** Lista de materiales utilizados en la caracterización domiciliar.

MATERIALES	CANT.	MATERIALES	CANT.
Plástico Negro (Yds).	5	Cartulina	17
Palas	2	Marcadores	2
Rastrillos	2	Chinches	2
Escoba	1	Masquintype	2
Pesa de Reloj(150kg)	1	Lapiceros	3
Bolsas de plástico (Paquete)	40	Libretas	1
Cinta métrica.	1	Nasobucos	3
Guantes de cuero	3	Barril de plástico de 58 gln	1

Este estudio se hace con el fin de obtener la Ppc de una zona en este caso del municipio de La Trinidad, y así conocer la producción por día del territorio y también la densidad de los residuos sólidos generados en este sitio.

$$Ppc = \frac{Kg \text{ recolectado}}{N^{\circ} \text{ hab}} = (kg/hab/dia) \text{ Ec 2}$$

$$Ppc = ppc * poblacion = (kg/dia) \text{ Ec 3}$$

### **ASPECTOS TÉCNICOS – OPERATIVOS DEL SERVICIO.**

En esta parte del diagnóstico se emplearon herramientas metodológicas para generación y búsqueda de información (encuestas, entrevistas, hojas de registro de campo).

Los aspectos técnicos – operativos del servicio, incluyen el desarrollo de las etapas numeradas a continuación; que para efectos de diseño y formulación del PIGARS estuvieron sujetas a valoración y análisis.

1. Almacenamiento de los residuos
2. Barrido
3. Recolección y transporte
4. Tratamiento y Disposición final

### **ASPECTOS GERENCIALES, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS DEL SERVICIO.**

La valoración y análisis efectuado, se realizó mediante la aplicación de diversos instrumentos y estrategias metodológicas, aplicadas de manera secuencial y paralela durante el desarrollo del proceso. Entre ellas las siguientes:

- Se analizó la información contenida en el Manual de Organización y Funciones interno de la Alcaldía municipal de La Trinidad, prestando especial énfasis a las funciones específicas contempladas para el recurso humano, de la dirección de Servicios Públicos Municipales. Lo anterior, se hizo con la finalidad de disponer de elementos de juicio para sugerir como recomendación general, una eventual modificación a dicho manual,

describiendo específicamente los aspectos que requieren ser reformados para alcanzar un mayor nivel de eficiencia, en cuanto a la administración y prestación del servicio en general.

- Aplicación de entrevistas (Ver anexo C) a funcionarios públicos de la municipalidad ligados directa e indirectamente al servicio; cuyos resultados fueron los causantes 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 gerencial, administrativos, financieros, técnicos y operacionales.
- Revisión de fuentes bibliográficas.

#### **3.4.1.2.- PASO NO. 2: ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS.**

Los objetivos y alcances que regirán al PIGARS, fueron 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.

El planeamiento de los objetivos y alcances del PIGARS, se centró 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.
- 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.

#### **3.4.1.3.- PASO NO. 3: DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS.**

La definición de los lineamientos estratégicos que regirán el rumbo del Plan de acción desarrollado, se realizó 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.

**3.4.1.4.-PASO NO. 4: FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN DEL PIGARS.**

La etapa principal para formular el plan de acción, fue 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 realizó 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 plan de acción al PIGARS, fue estructurado en una matriz, incorporando los siguientes criterios: Objetivos, Metas, Acciones o actividades, Indicador, unidad, actores Periodo de ejecución. (Ver **Tabla N°11**.Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la ciudad, PIGARS-La Trinidad.)

	<b>Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad.</b>				
<b>Lineamiento:</b>					
<b>Objetivo:</b>					
<b>Metas:</b>					
<b>Nº</b>	<b>Acciones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>	<b>Periodo de Ejecución</b>

Agregando a la formulación del plan de acción, se perfiló una estrategia para su implementación; ésta, fue construida en base al análisis realizado a la información recopilada durante la fase de diagnóstico, al planteamiento de los objetivos y alcances del plan.

La estrategia de implementación diseñada, se basa en proponer algunas recomendaciones generales a ser ejecutadas por parte del Gobierno Municipal, con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos y del plan de acción.

### **3.5.- DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SUBPRODUCTOS.**

#### **3.5.1.- EVALUACIÓN DE SITIOS.**

##### **ELEMENTOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.**

El sitio en el cual se construirá el relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos ya está asignado, debido a que la municipalidad no cuenta con los recursos monetarios suficiente para comprar un terreno en otro lugar que cumpla con los parámetro que rigen un relleno sanitario. Éste ha sido evaluado tomando en cuenta su impacto sobre el entorno social, ambiental y aspectos técnicos basándose en los datos recogidos durante los reconocimientos de campo y en los criterios establecidos en las normas de selección de sitios para la disposición final de residuos sólidos según **La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 05 013-01)**.

##### **EVALUACIÓN AMBIENTAL.**

###### **a. ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.**

Los elementos utilizados para la evaluación ambiental del sitio, se presentan en la **Tabla N°12**. Posterior a la realización de los estudios básicos, analizar y decidir la capacidad del sitio para su futuro diseño.

**Tabla N°12.** Aspectos e indicadores, evaluación socio-ambiental y natural.

<b>ASPECTOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>1. Entorno Social.</b>	• Separación de una comunidad.	• Ubicación y áreas de comunidades.
• Dispersión comunal.	• Desconexión de una carretera comunal para transporte escolar y laboral.	• Ubicación de iglesias y cementerios.

•Traslado forzado.	•Impacto sobre el área residencial.	•Existencia de colegios y hospitales.
•Instituciones religiosas	•Traslado de una iglesia o cementerio.	•Visibilidad desde carreteras comunales
•Facilidades públicas.	•Impacto sobre colegios y hospitales.	•Existencia de un mirador u observatorio.
•Visibilidad del relleno.	•Si está dentro de futura área urbana.	•Ubicación del sitio.
•Futuro uso de suelo cerca del sitio.	•Compatibilidad con el uso de suelo.	•Compatibilidad con la ley.
•Compatibilidad con otras leyes	•Otros planes de desarrollo en alrededores.	•Compatibilidad con otros planes.
<b>2. Contaminación Ambiental</b>	•Agua de río y agua subterránea.	•Existencia de un río.
•Contaminación por residuos.	• Agua potable.	•Existencia de un pozo.
•Olor, ruido, vibración.		•Ubicación y áreas de comunidades.
<b>3. Entorno Natural</b>	•Colapso de la pendiente.	•Condiciones topográficas actuales.
•Colapso de la pendiente.	• Existencia de pendiente pronunciadas Existencia de áreas erosionadas.	•Existencia de bosques naturales.
•Inundación.	•Impacto sobre la flora existente.	•Actual uso de suelo.
•Flora.	•Cambio de la flora y uso de suelo.	
•Fauna.	•Cambio de uso de suelo del sitio.	

**b. ASIGNACIÓN DE PUNTOS.**

Basándose en los Indicadores del cuadro anterior, se construye un cuadro de asignación de puntos estándar (con números discretos). Los resultados serán expresados a través de puntos asignados a cada aspecto de evaluación: 2 puntos al sitio de menor impacto sobre el medio ambiente, 1 punto al de impacto medio y 0 al de mayor impacto.



**Tabla N° 13.** Asignación estándar de puntos para la evaluación ambiental.

Indicador de evaluación	Puntos	Descripción
Compatibilidad con la ley	0	No cumple
	1	Arreglándose
	2	Cumple
Compatibilidad con otros planes	0	No cumple
	1	Arreglándose
	2	Cumple
Ubicación del sitio 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.	0	Dentro del Área urbanizada
	1	A menos 400m del área urbanizada
	2	Fuera del Área de estudio
Iglesia	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Cementerio	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Escuela	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Facilidades Médicas	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Visibilidad desde carretera	0	La mayoría del sitio puede verse desde la carretera
	1	Parte del sitio no puede verse debido a árboles y edificios
	2	Casi todo el sitio no puede verse desde la carretera
Mirador o observatorio	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Paisaje bello	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Rio, cause	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Pozo	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio

Terreno Actual	0	Pendiente pronunciada en el sitio
	1	Pendiente suave cerca del sitio
	2	Terreno llano en el sitio
Bosque	0	Hay en el sitio
	1	Hay a menos de 400m del sitio
	2	No Hay a menos de 400m del sitio
Uso actual de suelo	0	Tierra natural
	1	Tierra cultivable
	2	Yermo

### **3.5.2.- INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS.**

Para fines de estudios se recopiló información de hidrogeología y Meteorología en la estación San Isidro/Matagalpa con el propósito de conocer los parámetros referentes a temperatura, precipitación, humedad relativa y brillo solar (Anexo G)

### **3.5.3.- ESTUDIO DE SUELO.**

Para obtener las muestras se procedió de la siguiente manera:

1. Se descapotó la capa vegetal del sitio donde se realizaron los sondeos
2. Seguidamente 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, etc.
3. Luego se colocaron dichas muestras en bolsas plásticas con una etiqueta de identificación.
4. Posteriormente estas muestras se trasladaron al laboratorio para efectuar los ensayos correspondientes.

#### **3.5.3.1.- ENSAYES REALIZADOS EN EL LABORATORIO.**

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

- Humedad.
- Granulometría.

- Gravedad específica.
- Límite de Attenberg: Límite plástico – Límite líquido.
- Pruebas de compactación Estándar.

Todos estos parámetros con el propósito de clasificar los suelos y verificar las propiedades mecánicas que tienen los suelos.

### **3.5.3.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.**

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

### **3.5.4- ESTUDIO TOPOGRÁFICOS.**

Se trazaron cuadrículas con el objetivo de trazar curvas de nivel se ubico un BM de referencia que se ubica en el plano del Relleno Sanitario de la ciudad de La Trinidad. (Ver Anexo F)

### **3.5.5- CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y ÁREA REQUERIDA PARA EL RELLENO SANITARIO.**

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.

**Tabla N°14.** Cálculo de los volúmenes de los desechos sólidos y áreas requeridas para el relleno sanitario.

<b>CALCULO DE VOLÚMENES DE DESECHO Y AÉREAS DEL RELLENO SANITARIO</b>		
<b>No</b>	<b>COLUMNA</b>	<b>OPERACION</b>
1	Año(1)	Se escriben los años correspondientes al período de diseño.

2	Población (Hab.) (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. $n$ = Numero 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 $i_{ppc}$ = Tasa de crecimiento de $PPC_n$
4	Diario(Kg.) (4)	<b>4 = 2 x 3</b>
5	Anual (Ton) (5)	<b>(5) = <math>\frac{(4) \times 365 (5)}{1000 \text{Kgs/ton}}</math></b>
6	Acumul (Ton) (6)	Volumen anual acumulado.
7	D.S. Compactados Diario (m <sup>3</sup> ) (7)	$= \frac{(4)}{455 \text{Kgs/m}^3}$
8	D.S. Compactados Anual (m <sup>3</sup> ) (8)	$= (7)(365)$
9	Estabilizado Anual (9)	$= \frac{(4) \times 365}{700 \text{Kg/m}^3}$
10	Area.Relleno Anual Estab. (10)	$= \frac{(9)}{10 \text{m}}$
11	Rellenos Acum. (m <sup>3</sup> ) (11)	Volumen anual acumulado de residuos sólidos estabilizados más material de cobertura.
12	Área total (m <sup>2</sup> )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.**

**Tabla N°15.** Datos básicos de diseño.

1.Población del 2012	8,268 hab
2.Tasa de crecimiento anual	2.13%
3.Período de diseño	20 años
4.Producción per cápita diaria	0.59 Kg/hab/día con incremento anual del 0.92%.
5.Densidad de basura suelta	201.89kg /m <sup>3</sup>
6.Densidad de basura compactada en R.S.	450 kg /m <sup>3</sup>
7.Densidad de basura estabilizada	550 kg /m <sup>3</sup>
8.Volumen de tierra para cobertura	20% del volumen de basura.
9.Volumen de trinchera	Volumen de M.C. (tierra)+ volumen de basura
10.Profundidad de las trincheras	3.5 m.

### **3.5.6- DISEÑO DE LAS TRINCHERAS DEL RELLENO SANITARIO.**

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

- Se define que las zanjas serán construidas con maquinaria pesada que generalmente tienen un rendimiento de 20 m<sup>3</sup> por hora de corte.
- La población equivalente a servir, es de **8,268 hab.**
- La producción per cápita media a utilizar es **0.59kg/hab/día**
- La cobertura del servicio de recolección, se estima en un **82%**.
- El material de cobertura es de 20 % del volumen de desecho a enterrar.
- La densidad de desecho compactada en el relleno es de **450 Kg. /m<sup>3</sup>.**
- La densidad de desecho estabilizada es de 550 Kg. /m<sup>3</sup>.

$$\text{Tiempodemaquinaria} = \frac{\text{VRSE(Total anual)}/2}{\text{Rendimiento de maquinaria}} \quad \text{Ec 4}$$

### **Dimensionamiento de la Celda (DC).**

$$\text{DC} = \frac{\text{Ds Generada} * \text{Frecuencia} * 1.20}{\text{Densidad de desecho Compactada}} \quad \text{Ec 5}$$

**Vol de celda Diaria** = Altura \* Ancho \* Largo Ec 6

$$\text{Largo} = \frac{\text{Volumen de la celda diaria.}}{\text{Altura * Ancho}} \text{ Ec 7}$$

### **3.5.7.- DETERMINACIÓN DE LIXIVIADO.**

#### **3.5.7.1.- PARÁMETROS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LIXIVIADO.**

En este caso se utilizará dos métodos con el fin de poder comparar los resultados y comprobar la solidez de los mismos:

- a. El método simplificado considerado para estimación (KPA)
- b. El método PERC. balance hídrico que también permite obtener informaciones estimados.

#### **3.5.7.2.- EL MÉTODO SIMPLIFICADO PARA ESTIMACIÓN DE LÍQUIDOS PERCOLADOS.**

Para la realización del presente estudio se seleccionó la estación meteorológica que estuviera más cerca al municipio de La Trinidad y con características climatológicas similares, en este caso la estación meteorológica ubicada en el municipio de San Isidro, Matagalpa. Los parámetros investigados para ser utilizados fueron: Precipitación, Brillo Solar, Humedad Relativa y Temperatura.

**UBICACIÓN:** La estación meteorológica Principal de San Isidro, está ubicada en el departamento de Matagalpa, en las instalaciones del INTA de esta circunscripción.

La estación meteorológica de San Isidro se encuentra ubicada en las coordenadas siguientes:

**Latitud: 12° 54' 48" N**

**Longitud: 86° 11' 30" W**

**Elevación: 457msnm**

**Figura N°13.** Estación Meteorológica de San Isidro.



### **3.5.7.3.- MÉTODO DEL COEFICIENTE DE COMPACTACIÓN EN EL RELLENO SANITARIO.**

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 comenzar a estimar la cantidad aproximada de este lixiviado que se percola en la base del relleno sanitario en un tiempo determinado. Ambos parámetros, áreas y precipitación son afectados por un factor K que está en dependencia del grado de compactación aplicada tanto a los desechos sólidos como a los materiales de cobertura intermedia y final.

$$Q = KPA^m / s, \text{ Ec 8.} \quad \text{donde:}$$

p = Precipitación media anual. (mm)

A = Área del terreno (km<sup>2</sup>)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación

Q = Caudal de lixiviados producidos  $m^3/s$

**Tabla Nº 16.** Valores que toma el coeficiente K.

Grado de Compactación	Valores de "K"
Mayor a $0.7 \text{ Kg/m}^2$	15% - 25%
$0.7 - 04 \text{ Kg/m}^2$	25% - 50%

#### **3.5.7.4.- EL MÉTODO PERC. BALANCE HÍDRICO QUE TAMBIÉN PERMITE OBTENER INFORMACIONES ESTIMADAS.**

Consideraciones del método del balance de agua:

Se considera que el suelo se encuentra en su estado natural, o sea con una alta porosidad, ésto para hacer más crítica la cantidad de lixiviado generada y así suponer las condiciones más desfavorables en el diseño de los sistemas de conducción y tratamiento de lixiviados.

También que todo el líquido que se infiltra en la capa de cobertura y sobrepasa el almacenamiento de humedad en el suelo se convierte en percolado, sin tomar en cuenta el nivel de compactación de los desechos sólidos que podrían retener la humedad y así disminuir la cantidad de lixiviado, así como también se desprecia la capacidad de almacenamiento de los desechos sólidos.

En realidad los factores que condicionan la cantidad de lixiviado en un relleno sanitario son; las condiciones superficiales del mismo, espesor y tipo de material de cobertura, presencia y ausencia de vegetación.

#### **CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO Y LA DETERMINACIÓN DE LIXIVIADO.**

La cuantificación de la evapotranspiración es la clave para el balance hídrico. La evapotranspiración es una función de la temperatura, humedad, viento, radiación solar, agua disponible, tipo de vegetación y tasa de crecimiento.

Obviamente es una función complicada y ha sido el foco de considerables investigaciones.



El así llamado Método de Balance Hídrico (WBM) fue desarrollado en los años 40 y 50 por Thornthwaite y Mather (1957) para cuantificar la evapotranspiración y fue adoptada por Mather y Rodríguez (1978) y Fenn para condiciones de relleno.

El método computa la evapotranspiración (ET) desde una ecuación empírica que calcula la ET potencial como una función potencial de la temperatura mensual media del aire. Entonces se asume que la ET es igual a la ET potencial multiplicado por el radio del actual contenido de humedad cuando empieza el drenaje en el suelo. El exceso de humedad en suelo es drenaje/percolación no afectados por la ET. El WBM ha sido desarrollado para obtener estimados mensuales y su uso en periodos muy cortos no están recomendados.

**EL MÉTODO EMPÍRICO ENVUELVE TRES PASOS:**

1. Un índice de calor es obtenido para cada uno de los doce mese del año y sumados para crear un índice anual.
2. La ET potencial diaria es obtenida a partir del índice de calor por el uso de las tablas.
3. La ET potencial está ajustada para meses y días con factores de corrección.

**SECUENCIA DE CÁLCULOS COMO PARTE DEL PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE BALANCE HÍDRICO (WBM).**

1. Tanto la precipitación y la temperatura se obtuvieron directamente de las tablas de los parámetros meteorológicos de la estación seleccionada.

P: precipitación mensual promedio. (Plg de agua).

T: temperatura mensual promedio °F.

En las tablas meteorológicas la temperatura se expresa en °C pero para realizar los cálculos la temperatura se necesita en °F para realizar la conversión se deberá de utilizar la siguiente fórmula:

$$T (^{\circ}\text{F}) = [(1.8 * T(^{\circ}\text{C}) + 32)]$$

2. **I:** Usando la temperatura promedio mensual determinar el índice de calor para cada mes. Si  $T < 32^{\circ}\text{F}$  entonces  $I = 0$ .
3. **UPET:** Usando la temperatura mensual y el índice de calor anual se encontrará la evapotranspiración potencial no ajustada.
4. **r:** Utilizando la latitud del sitio se encontrará el factor de corrección mensual para la duración de luz solar.
5. **PET:** Multiplicar el **UPET** mensual por el **r** mensual, para obtener la evapotranspiración potencial ajustada para cada mes (Plg de agua).
6. **P:** Ingresar la precipitación media mensual (Plg de agua).
7. **C r/o:** Coeficiente de escorrentía apropiado para cada mes, como se obtiene un rango de coeficiente 0.05-0.10 seleccionando el de mayor rango que es de 0.10
8. **r/o:** Multiplicar la precipitación mensual por el coeficiente mensual de escorrentía para calcular el escurrimiento en cada mes (Plg de agua).
9. **I:** Sustraer la escorrentía mensual de la precipitación mensual para obtener la infiltración mensual (Plg de agua).
10. **I-PET:** Sustraer la evapotranspiración potencial ajustada mensual de infiltración mensual para obtener el agua disponible para almacenamiento (Plg de agua).
11. **ACC:** Agregar a los negativos de **I-PET** en una base acumulativa para obtener: **WL** la pérdida de agua acumulada. **NOTA:** empezar la suma de cero pérdida acumulada de agua para el último mes que tenga **I-PET > 0** (Plg de agua).
12. **ST:** Determinar el almacenamiento mensual de humedad del suelo (Plg de agua) como sigue:

Determinar el almacenamiento inicial de humedad del suelo así como la profundidad y tipo de suelo.

Asignar este valor al último que tenga **I-PET > 0**.

Determinar **ST** para cada mes subsecuente que tenga **I-PET < 0** (Ver tabla C.4 apendice C).

Para los meses que tengan **I-PET ≥ 0** agregar el valor de **I-PET** al almacenamiento del mes precedente. No exceder la capacidad del terreno. Si excede este máximo, escribir la capacidad del terreno.

**13. ΔST:** Calcular la variación de humedad del suelo para cada mes, substrayendo el **ST** para cada mes al mes precedente (Plg de agua).

**14. AET:** Calcular la evapotranspiración actual (Plg de agua) como sigue:

**Meses lluviosos: I-PET ≥ 0: AET = PET**

**Meses secos: I-PET < 0: AET = PET + (I-PET - ΔST)**

**NOTA:** Para los meses que tengan **I-PET** negativos, la cantidad evapotranspirada es la cantidad potencial evapotranspirada mas la disponible de la infiltración en exceso que se sumaría al almacenamiento de agua en suelo mas la disponible de la humedad del suelo almacenada previamente.

**15. PERC:** calcular la percolación (Plg de agua) :

**Meses lluviosos: I-PET < 0: AET = PET**

**Meses secos: I-PET > 0: AET = PET + (I-PET - ΔST)**

Sumar los valores de percolación para el año, para obtener la producción total anual de lixiviado por unidad de área.

**16. P = PERC + AET + ΔST + r/o**

**17. Ecuación de continuidad: S: (PERC + AET + ΔST + r/o) - P**

### **3.5.8.- DISEÑO DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADO.**

Los principales factores que se han considerado para establecer la capacidad de la "fosa séptica" son los siguientes:

- a) El caudal medio diario de aguas residuales, "q".
- b) El tiempo de retención del agua residual dentro de la "fosa", que generalmente se recomienda sea de 24 horas. Sin embargo existen algunos criterios que permiten, en algunos casos, reducir el período de retención.
- c) El espacio necesario para la acumulación de lodos.
- d) El espacio necesario para la acumulación de natas.

### **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 primero el método aproximado KPA y el segundo Método de Balance Hídrico (WBA), por lo tanto se recomendó construir el sistema con el valor que resulta del segundo método, el método WBA por ser este el más preciso.

### **CALIDAD DE LOS LIXIVIADOS.**

Para poder comprobar la calidad de los lixiviados de los residuos sólidos del Municipio de La Trinidad y para establecer algunas relaciones fundamentales para el diseño del sistema, se procesa y analiza informaciones de muestreo y caracterización físico-químico obtenido de forma directa o bien de otros estudios disponibles en el país o a nivel regional. En el caso de éste se ha realizado muestreo de lixiviados de DS frescos de forma directa de esta ciudad. Los métodos utilizados para realizar los muestreos y los análisis cumplen con las normas de la EPA en sus procedimientos.

Los parámetros establecidos más importantes, son los siguientes:

**Tabla N°17.** Parámetros del estudio de lixiviados.

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
PH	4.04	
Humedad	90.5	%
Fósforo	52.62	mg/l
Cloruro	218.4	mg/l
Nitrógeno Amoniacal	224	mg/l
Nitrógeno Total Kendal	727.98	mg/l
Sólidos Totales (ST)	33543	mg/l
Sólidos Totales Disueltos (ST D)	22643	mg/l
Sólidos Volátiles (STV)	8829.1	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	10900	mg/l
Sólidos Fijos (SSF)	5676	mg/l
Sólidos Sedimentables (SSD)	80	mg/l/h
DBO5	26000	mg/l
DQO	40000	mg/l

Con esta información se puede concluir que los lixiviados provenientes del Relleno Sanitario del municipio de La Trinidad 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 DBO5 y DQO son indicadores de la cantidad de materia orgánica biodegradable en el afluente de lixiviados crudos.

### **CÁLCULO DE LA FOSA SÉPTICA.**

Para la realización de éste, 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 parámetros más importantes es el referido a los sólidos (sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos suspendidos volátiles), ya que pues esta información es de gran utilidad para el dimensionamiento de la “fosa”, particularmente el volumen destinado para el almacenamiento de lodos.

$$V1 = \frac{(SST * Q * 0.7 * \frac{(1-SSV)}{0.04} * TR)}{109} \quad Ec 9$$

Donde:

**V1** =Volumen útil destinado para almacenamiento de sólidos (m<sup>3</sup>)

**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<sub>R</sub>** = Tiempo de residencia de sólidos. (Días)

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

$$Vu = (Q * TRH) + V1 \quad Ec 10$$

Donde:

**Vu** = Volumen útil total de la "fosa séptica" (m<sup>3</sup>)

**Q** = caudal diario (m<sup>3</sup>/dia)

**TRH** = Tiempo de Residencia Hidráulico (en días)

### **FILTRO ANAERÓBICO.**

En el proceso de biometanización 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). 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 este caso no nos hemos propuesto como objetivo la obtención de metano; esto debido a diferentes razones:

1.- Cuando se trata de centros urbanos con una población y generación de residuos sólidos pequeña como es en este caso es evidente que la producción de metano no es considerable por ende no sería un proyecto energético autosostenible.

2.- Se pretende potenciar el sistema anaerobio como instrumento para mejorar la calidad de los efluentes, creando las condiciones necesarias para este fin y no para cualquier otro que tenga como objetivo el aprovechamiento energético.

Para efecto del cálculo, la dimensión del "Filtro anaerobio" se obtiene por la siguiente fórmula:

a)  $V_{uf} = (1.60 * Q * TRH)$  Ec. 11

$V_{uf}$ =Volumen útil

$Q$ =Caudal ( $m^3/dia$ )

$TRH$  =Tiempo de Residencia Hidráulico

b)  $S = \frac{V}{2}$  Ec. 12

**Donde:**

$S$ = Sección horizontal (superficie)

$V$  = Volumen

$2.00$  =Profundidad útil del "Filtro".

### **DIMENSIONAMIENTO DE LOS REACTORES.**

Sedimentador Primario: Con el volumen encontrado  $V= 16,177$  litros, superior a 14,000 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/l/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)

**Verificación de la dimensión de “b” según normativa.**

Relación entre largo L y ancho b  $2 = < L/b > = 4$  Ec.13

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

Sustituyendo en la ecuación: Volumen (m<sup>3</sup>) = (l \* b \* H) Ec. 14

Tendremos:

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

$$V = (2b^2 * h) \quad \text{Ec. 15}$$

Despejando tendremos la nueva ecuación:

$$b = \sqrt{V/2H} \quad \text{Ec 16}$$

**Determinación de la longitud total L del tanque séptico.**

$$L = (V/b) * Hl \quad \text{Ec. 17}$$

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 1<sup>a</sup> cámara:  $Pc = \frac{2}{3}L$   $Pc = m$  Ec. 18.

➤ Cálculo de la 2<sup>a</sup> cámara:  $Sc = \frac{1}{3}L$   $Sc = m.$  Ec. 19

Pc = primera cámara y Sc = segunda cámara



**CÁLCULO DE ABERTURAS EN PANTALLA:**

➤ Área transversal de la fosa =  $(b * h) = m^2$  Ec 20

Se usará un diámetro de 6 pulg. Por efectos constructivos

➤ Área de 6 pul =  $0.15^2 * \pi / 4 = 0.0177 m^2$  Ec. 21

➤ N°de orificios =  $0,2775 / 0.0177 = 15,68$  se recomienda 16 orificios de 6 pulgadas cada uno.

Cálculo de la altura “h” de colocación del “INVERT” de los orificios constituidos por tubos de 6 pulgadas:

➤  $h = \frac{2}{3}H$  Ec.22 con H = m.

**DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS DE REACTORES DEL PRIMER PERÍODO.**

**Considerando:**

Tamaño mínimo de partículas a remover = 0.1 mm.

( $V_o = 8.00$  mm / seg.) = 0.0008m/seg.

$$Velocidad\ de\ sedim.\ =\ V = \frac{Q}{A} \quad Ec.23$$

A = área vertical a recorrer

$$A = (b \times h) \quad Ec.24$$

**CAPITULO IV.- PIGARS**

**4.1.- PASO Nº 1: DIAGNOSTICO SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

En esta sección se describe la forma cómo 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 PIGARS.

El diagnóstico o línea base de partida a la construcción del PIGARS, se basó en las siguientes actividades:

Hay que destacar que el proceso de validación de información, se aplicó únicamente al análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas); ya que debido a diversas causas, no se pudo concretar reuniones de trabajo con el personal asignado al servicio, para presentar, discutir y analizar las otras partes del documento.

#### **4.1.1.- CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

Como resultado del muestreo de residuos sólidos realizado del 21 al 27 de Marzo del 2012, en la ciudad de La Trinidad, se presenta el análisis de la Producción Per-cápita (PPC) y Total, el análisis de la composición física y de la densidad suelta de residuos. La información obtenida se comparó con estudios realizados en otras zonas del país.

#### **PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

La producción de residuos sólidos del municipio, se compone por los residuos domiciliarios, hospitalarios y los procedentes de panaderías. Los residuos domiciliarios están dados por la producción per-cápita obtenida para la ciudad.

#### **VALOR DE LA PRODUCCIÓN PER-CÁPITA EN EL MUNICIPIO DE LA TRINIDAD.**

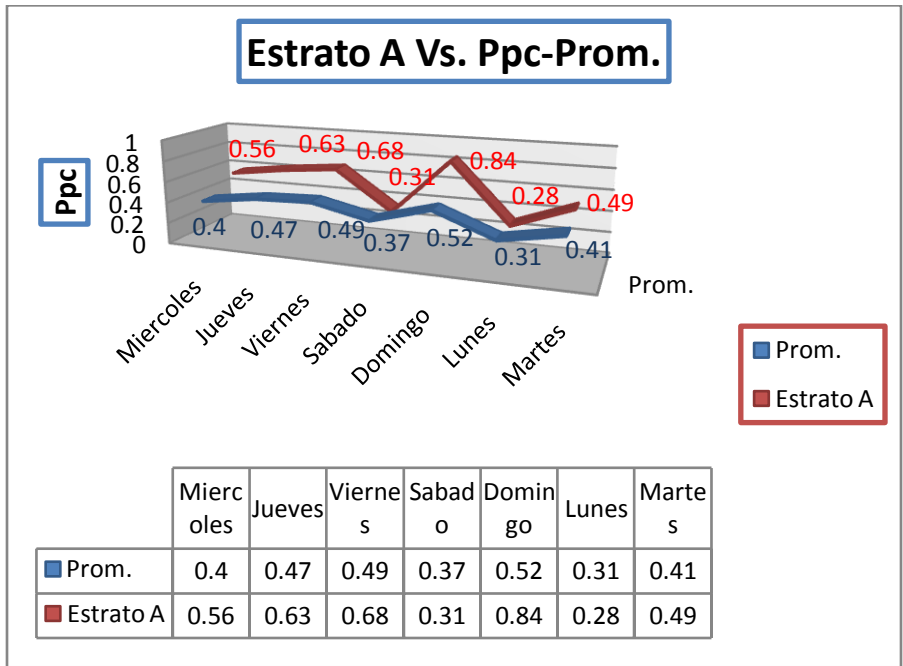
La producción de residuos por habitante/día (PPC), resultó del total de residuos entre el número de habitantes del total de las casas muestreadas y esto entre la duración del muestreo (7 días). De esta forma se estimó que la generación de residuos sólidos por cada habitante de la ciudad de La Trinidad es de 0.42 Kg por persona, pero a éste se le debe de atribuir 0.17 Kg de las instituciones por cual la PPC para diseño será 0.59 Kg al día.

El día con mayor producción de residuos sólidos que corresponde a los estratos (A, B, C) se observa en el grafico de la PPC para cada día comparándolo paralelamente con el promedio de los tres estratos, según el muestreo realizado.

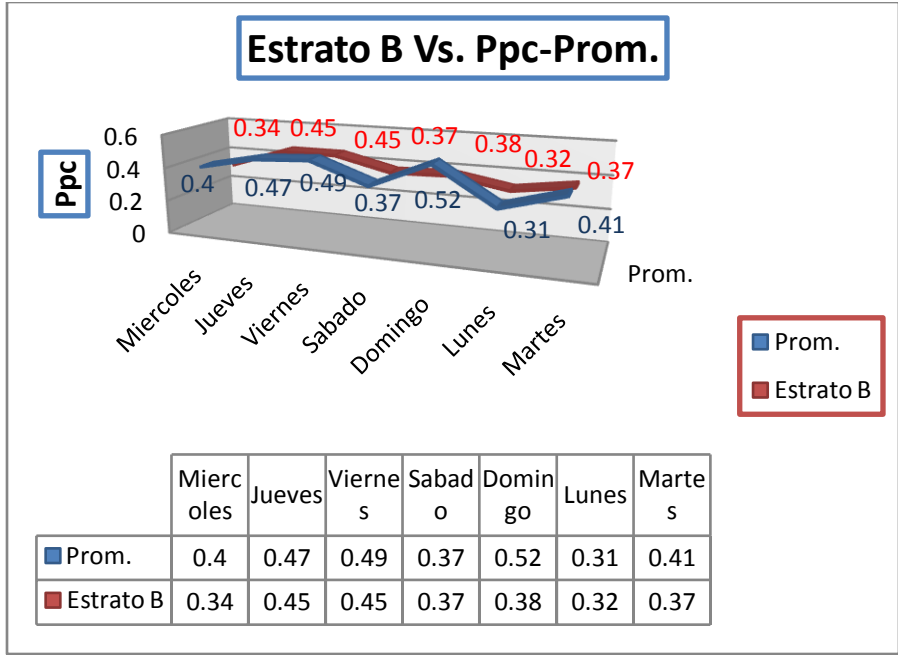
**Tabla N°18.** Valores de PPC por día para los diferentes estratos así como el promedio.

PPC (Kg/día)	Día1	Día2	Día3	Día4	Día5	Día 6	Día7	Prom de 7 dias
<b>Alto</b>	0.56	0.63	0.68	0.31	0.84	0.28	0.49	<b>0.54</b>
<b>Medio</b>	0.34	0.45	0.45	0.37	0.38	0.32	0.37	<b>0.38</b>
<b>Bajo</b>	0.32	0.33	0.34	0.44	0.33	0.32	0.37	<b>0.35</b>
<b>PPC-Prom</b>	<b>0.4</b>	<b>0.47</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.42</b>

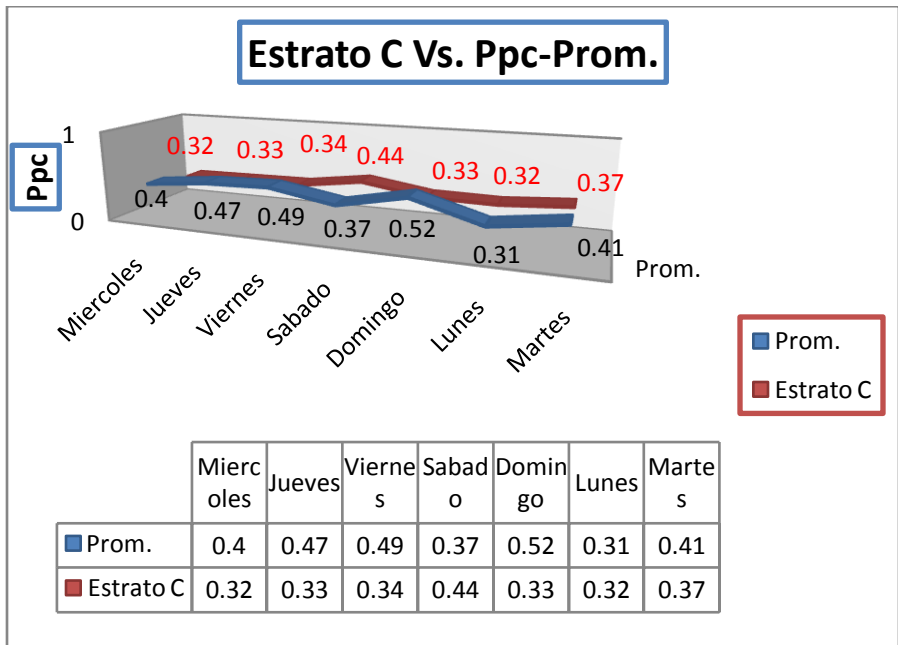
Acontinuacion se presenta una comparación entre cada estrato y el promedio de la Ppc por día a través de graficos.



**Grafico N°1.** Estrato A vs Ppc-Prom.



**Grafico N°2.** Estrato B vs Ppc-Prom.



**Grafico N°3.** Estrato C vs Ppc-Prom.

Tal y como se muestra en los gráficos el estrato con mayor producción de residuos sólidos es el Alto, es decir, el estrato “A”; se puede deducir que por su mayor poder adquisitivo reutiliza menos o compra accesorios desechables. Con respecto a los estratos faltantes sucede levemente lo mismo el estrato medio o “B” tiene una mayor producción de desechos comparado con el estrato “C”.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de datos de PPC calculados en el presente estudio, con información de centros urbanos en distintos municipios del país.

**Tabla N°19.** Valores comparativos de PPC en diferentes centros urbanos del País.

Municipio	PPC Kg/hab/día
<b>La Trinidad, 2012 (presente estudio)</b>	<b>0.42</b>
Estelí	0.58
Pantasma <sup>1</sup>	0.28
San Carlos	0.38
Distrito 1, Managua	0.5
Santo Tomás <sup>2</sup>	0.52
San Juan de Río Coco	0.55
Puerto Cabezas	0.61
Corn Island <sup>3</sup>	0.73
Acoyapa <sup>4</sup>	0.77
Jalapa <sup>5</sup>	0.29
Malpaisillo <sup>7</sup>	0.73
Tipitapa <sup>8</sup>	0,47

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: Díaz, (2007).

Analizando los datos que muestra la tabla, La Trinidad ocupa la decima posición en generación per-cápita de residuos sólidos, superando a tres de ellas, algunas con características urbanas no muy bien definidas.

Según Acurio, (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.

En la próxima tabla se establece una comparación de valores de la variable PPC estimada para La Trinidad, y para algunas ciudades de América Latina y El Caribe con poblaciones inferiores a 500,000 habitantes.

**Tabla N°20.** Producción total y Per-cápita en ciudades de ACL con menos de 500.000 habitantes.

Ciudad	POBLACIÓN HABITANTES	PRODUCCIÓN RSM	PPC
	(en miles)	(ton/día)	(kg./hab/día)
<b>La Trinidad, Nicaragua (2012)</b>	<b>8,268</b>	<b>3.472</b>	<b>0.42</b>
El Alto, Bolivia	450	200	0,44
Apodaca, México	350	100	0,30
Chiclayo, Perú	300	180	0,60
Santa Marta, Colombia	210	230	1,10
Oruro, Bolivia	190	70	0,37
Godoy Cruz, Argentina	190	100	0,53
Buenaventura, Colombia	190	180	0,96
Palmira, Colombia	190	120	0,63
San Rafael, Argentina	180	90	0,50
Sucre, Bolivia	140	60	0,43
Concordia, Argentina	120	40	0,33
Ica, Perú	110	60	0,54
Tarija, Bolivia	90	30	0,33
Rivera, Uruguay	80	60	0,75
Riohacha, Colombia	80	80	1,00
Venado Tuerto, Argentina	70	40	0,57
Linares, México	70	30	0,43
Trinidad, Bolivia	60	30	0,50
Tacuarembó, Uruguay	50	20	0,40
Madrid, Colombia	40	9	0,22
Artigas, Uruguay	30	36	1,20
Granadero Bergson, Argentina	21	15	0,70
Aracataca, Colombia	16	6	0,35
Zacamil, El Salvador	15	8	0,50
<b>Total menos La Trinidad</b>	<b>3,242</b>	<b>1,794</b>	<b>Promedio: 0,57</b>
<b>Total + La Trinidad</b>	<b>11,510</b>	<b>1,797.472</b>	<b>Promedio: 0.57</b>

Fuente: Acurio, et al. (1997).

La información del cuadro anterior, se presenta únicamente con la intención de servir de marco referente en el presente documento, actividad que no forma parte de los objetivos de investigación.

### **PRODUCCIÓN TOTAL.**

La producción total de residuos sólidos municipales o urbanos en una determinada localidad, está compuesta por la suma de valores de producción calculada para diferentes sectores, según fuente de origen. En La Trinidad la cantidad de residuos de origen domiciliar se estima en 3.47 Ton/día, esta cifra es el resultado de multiplicar la población de La Trinidad del año actual (8,268 habitantes) por el valor de PPC (0.42 Kg./hab/día); a este valor hay que agregarle los residuos generados de: Panaderías, Instituciones Públicas y Privadas, Comercios, Hospitales, etc, a las cuales se les atribuye 0.17, que al sumar da resultado 0.59kg/hab/día.

### **COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

En la composición física de los residuos sólidos se observan componentes individuales de los residuos domiciliarios. A continuación se presentan datos porcentuales de estos componentes y una comparación con otros estudios.

### **PORCENTAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS PARA EL MUNICIPIO DE LA TRINIDAD.**

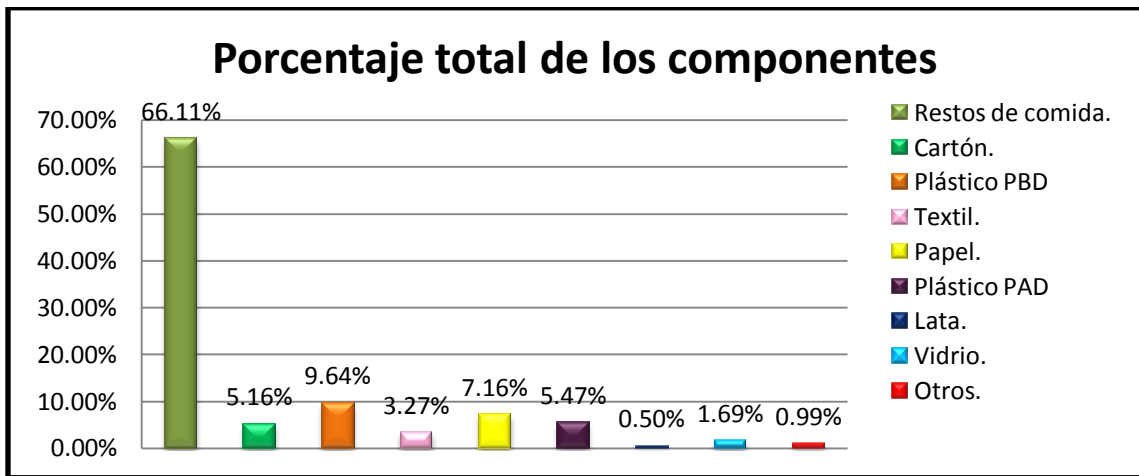
La composición física de los residuos se caracterizó por tener Restos de Comida con un promedio de 66,11%; seguido por plástico PBD (plástico de baja densidad) con un promedio de 9,64% y en tercer lugar, el papel con un promedio de 7,16%. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes promediados por componente individuales durante los 7 días de recolección de Residuos Sólidos.

**TablaNº21.** Composición Física de los Residuos Sólidos.

COMPONENTE	Estrato A (%)	Estrato B (%)	Estrato C (%)	Prom (%)
Rest de comida.	60,43	74,13	63,77	66,11
Cartón.	9,72	1,96	3,81	5,16
Plástico PBD	11,12	8,51	9,30	9,64
Textil.	1,02	2,68	6,11	3,27
Papel.	9,36	5,31	6,82	7,16
Plástico PAD	6,15	4,78	5,49	5,47
Lata.	0,29	0,77	0,44	0,50
Vidrio.	1,90	1,39	1,77	1,69
Otros.	0,00	0,48	2,48	0,99
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00

En el siguiente gráfico se presenta la distribución porcentual completa de la composición física de los residuos.

**Gráfico N°4.** Distribución Porcentual de la Composición Física de los Residuos Sólidos.



La lata es el componente que encontramos con menor frecuencia, esto se debe a que en algunas viviendas se conserva para la venta a chatarreros.

En la siguiente tabla 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.



**Tabla N°22.** Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas del país.

Municipio	Porcentaje de generación de residuos por componentes físicos					
	Materia Orgánica (Residuos de comida)	Papel y cartón	Plástico (PBD y PAD)	Vidrio	Metal	Otros
<b>La Trinidad, 2012</b>	<b>64.8</b>	<b>12.5</b>	<b>15.4</b>	<b>1.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>
Acoyapa <sup>1</sup>	61.7	2	4	2	1.1	29.2
Pantasma <sup>1</sup>	42	16.5	10.5	4.8	7.6	18.5
Santo Tomás <sup>2</sup>	51.07	5.8	3.36	2.45	0.93	36.4
Distrito 1 Man. <sup>3</sup>	85.58	4.58	4.1	1.34	2.66	1.73
Sn. de Río Coco <sup>1</sup>	55.3	10.5	5.7	3	3.1	24.2
Puerto Cabezas <sup>4</sup>	77	2.6	6.66	3.07	2.03	8.54
San Carlos <sup>5</sup>	82.4	3.4	7.4	3.7	1.1	1.9
Jalapa <sup>6</sup>	72.5	1.96	3.63	1.19	0.69	20.03
Malpaisillo <sup>7</sup>	55.7	1.04	2	0.2	0.4	40.66
Estelí <sup>8</sup>	73.41	5.66	8.75	1.66	1.01	9.51
Tipitapa <sup>9</sup>	71	10	11	1	1	6

Al igual que en el Municipio de La Trinidad, el componente más frecuente en el resto de ciudades es la materia orgánica y el que se encuentra en menor proporción es el metal. Esto se asocia a que, actualmente la recolección de metal como negocio se presenta en diferentes zonas del país.

### **DENSIDAD.**

La densidad encontrada durante la caracterización corresponde a la densidad suelta ya que en el municipio no existen camiones que compacten los residuos sólidos durante su traslado.

La densidad promedio para el Municipio de La Trinidad es de 201.89 Kg/m<sup>3</sup>; el que presentó mayor densidad fue el día Jueves 22 mientras que el de menor densidad fue el día lunes 26.

En la tabla a continuación se muestran los valores de densidad promedio.

(Ver **Tabla N°23**. Densidad promedio de La Trinidad).

Días	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	Prom
Densidad Kg/m3	184,12	262,75	193,14	202,97	200,18	159,82	210,28	201,89

En la siguiente tabla se presentan valores de la densidad según estudios realizados en distintos municipios del país. Valores de densidad en diferentes municipios del País.

**Tabla N°24.** Valores de densidad en diferentes municipios del País.

Municipio	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
<b>La Trinidad, 2012</b>	<b>201.89</b>
Pantasma <sup>1</sup>	265
San Carlos	182
Distrito 1, Managua	331
Santo Tomás	108
San Juan de Río Coco	280
Puerto Cabezas	278
Corn Island <sup>3</sup>	187
Acoyapa <sup>4</sup>	225
Jalapa <sup>5</sup>	272
Malpaisillo <sup>7</sup>	231
Estelí <sup>8</sup>	268
Tipitapa <sup>9</sup>	444.6

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)

Con los datos de densidad de los diferentes municipios que se muestran en la tabla, hay que analizar los hábitos de consumo de la población tomando en cuenta un factor muy importante como son las condiciones climatológicas, el ejemplo más claro es la ciudad de Managua, que siendo ésta la de mayor referencia debido a que el número de habitantes es sumamente alto y que su condición climática es cálido y seco superior al de La Trinidad, la ciudad de Managua obtiene consumos muy elevados y los productos de empaque (plástico, cartón, etc.), son los de mayor consumo debido a que movilizarse en

esta ciudad tan grande obliga el consumo de estos productos desechables disparando grandes cantidades de basura.

En similitud de los municipios como San Juan de Río Coco, Puerto Cabezas y Jalapa, que aparecen en la tabla, los valores son superiores a los de La Trinidad, aún cuando sus extensiones urbanas son similares o significativamente más grandes. Entra en juego el factor clima húmedo a excepción de Jalapa. Los tres municipios tienen una marcada tendencia rural-urbana, con una mayor generación de materia orgánica que genera mucho más peso que el resto de residuos, lo que hace que sus valores de densidad sean superiores estas condiciones afectan los valores de PPC.

#### **4.1.1.1-MANEJO ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

Dentro del manejo actual de los desechos sólidos de la ciudad tenemos:

#### **GESTIÓN DEL SERVICIO DE ASEO PÚBLICO.**

El aseo urbano consta fundamentalmente de las siguientes actividades: separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición sanitaria final de los residuos sólidos, siendo esta última imprescindible en el manejo de los residuos. En los países en desarrollo, el aseo urbano es uno de los problemas que está exigiendo una mayor atención por parte de las autoridades locales, así como de las entidades financieras y de investigación.

En la actualidad, el manejo de los residuos sólidos depende de estudios en que las condiciones locales y regionales sean debidamente evaluadas y presentadas como un problema de ingeniería particularmente de ingeniería sanitaria exigiéndose la colaboración de otros profesionales. Además es conveniente señalar el papel fundamental que juegan los técnicos de nivel medio, los operadores, los supervisores del aseo, tecnólogos y promotores de saneamiento, para la solución del problema de los residuos sólidos.

En el ámbito nacional, se requiere tomar las medidas necesarias, no sólo en lo

relacionado a la reglamentación para el manejo adecuado de los residuos sólidos, sino también en lo que respecta a promover la conformación de un sistema nacional de aseo urbano.

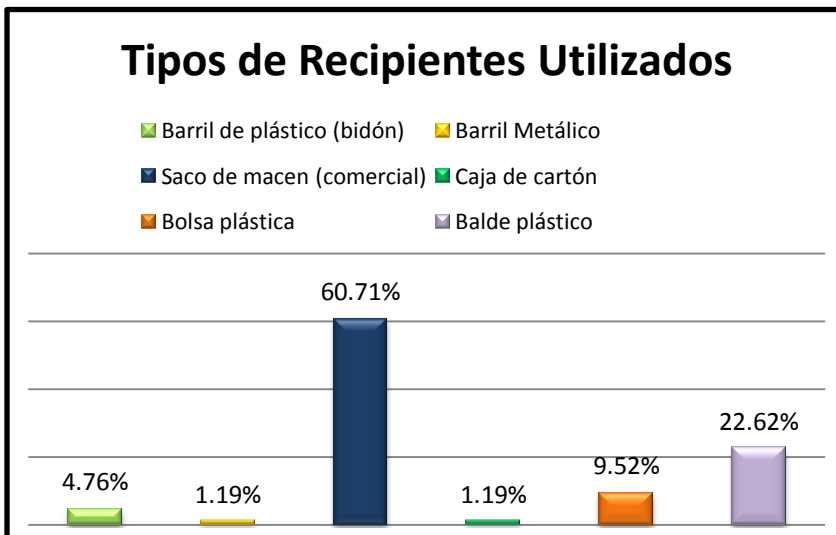
En el ámbito de los gobiernos locales o municipales, que son la base fundamental para emprender cualquier acción tendiente a mejorar la calidad de los servicios de aseo, deben darle una disposición sanitaria final a los residuos. Este aspecto debe considerarse como una de las principales preocupaciones de las actuales administraciones, no sólo por razones sanitarias, sino también por el aspecto estético de la comunidad, reflejada en una ciudad limpia.

**ALMACENAMIENTO.**

Conocer los diferentes recipientes para el almacenamiento de los residuos, es un aspecto muy importante para la planeación del sistema de recolección a utilizar, tipo de unidades recolectoras, personal de limpieza (cuadrillas de recolección).

El recipiente utilizado por la población de La Trinidad que aparece con mayor frecuencia, según los resultados de la encuesta aplicada (Anexo C) es el Saco de macen (comercial) con un 60,71%.

**Grafico N°5.** Tipos de recipientes utilizados en la ciudad de La Trinidad para almacenar los residuos.



### **BARRIDO.**

Actualmente el municipio de La Trinidad no cuenta con un servicio de barrido de calles el cual esté presente de forma constante cumpliendo su función de aseo público en las principales calles del municipio.

La ausencia de este servicio en la ciudad se ve reflejado en el desaseo de algunas calles, cunetas y causes por lo cual, las autoridades municipales se ven en la obligación de que en ocasiones manda brigadas de limpieza.

Esto sucede en vísperas de invierno con el fin de remover todos los residuos de los arboles, es decir, todas las hojas que se alojan en las cunetas y causes a fin de mejorar la circulación del agua en esta estación del año.

### **RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.**

Para la recolección de residuos sólidos en la ciudad siempre se ha trabajado con dos unidades recolectoras, en estos últimos años las rutas ya existentes se han extendido debido al crecimiento poblacional y a la extensión del casco urbano surgiendo nuevos barrios lo que conlleva a un proceso de la recolección y transporte más tardado.

Cabe recalcar que estas rutas fueron impuestas de forma arbitraria, es decir, no hubo ningún análisis extensivo para proponerlas aunque tienen como objetivo recolectar los desechos de la ciudad sin incurrir en las calles de forma repetida.

La alcaldía cuenta con dos cuadrillas cada una con su respectiva unidad recolectora una con un camión de 4m<sup>3</sup> y la otra con 8m<sup>3</sup>, la cuadrilla está conformada por tres recolectores y un chofer, uno de los grupos de trabajo se dirige por las calles de Este-Oeste mientras que el otro se dirige de Norte-Sur para la recolección de residuos en la ciudad.

El proceso de recolección de residuos sólidos está orientado a ambos lados de la calle, esta labor da inicio de las 7:00 AM hasta las 12:00 del medio día dando a los trabajadores un tiempo prudente para almorzar, luego a la 1:00 PM los trabajadores deben de regresar a las instalaciones de la Alcaldía para proceder

al trabajo concluyendo a las 4:00 PM dando fin al trabajo de un día de la semana, cuando se presentan desperfectos mecánicos en los camiones y no pueden salir a realizar su recorrido, la cuadrilla deberá hacer trabajos extras por ejemplo la limpieza del Parque, Iglesia, Cauces, etc., ya que la alcaldía no cuenta con otras unidades que sustituyan las ordinarias.

Cuando el proceso de recolección de residuos termina temprano debido a que las viviendas por donde pasa el camión recolector no sacan basura o tienen pocos residuos, es evidente que el proceso de recolección terminará antes de lo previsto, por lo que los trabajadores deberán hacer otros trabajos adicionales al de la recolección.

**Tabla N°25.** Flota vehicular destinada a la prestación del servicio.

Color	Tipo de vehículo	Marca	Capacidad		Chasis No.	Estado Mecánico
			Ton	M <sup>3</sup>		
Blanco	Camión volquete	Toyota Dina	3.63	4	JHFUB107900008053	Bueno
Blanco	Camión Volquete	Mercedes Benz Lk 1620	7.26	8	9BM695043XB191913	Bueno

**Fuente:** Dirección de Servicios Públicos Municipales, 2011

Es importante señalar que ambas unidades recolectoras están actualmente en muy buen estado debido a que la municipalidad incurre frecuentemente en el mantenimiento preventivo de éste.

La recolección la realizan en general cuadrillas de hombres con equipos de recolección consistente en camiones de diversas características.

El sistema de recolección más satisfactorio que pueda proporcionarse a la población resultará después de un estudio cuidadoso en donde inciden numerosos factores como:

- Tipo de residuo producido y cantidad

- Característica topográfica de la ciudad
- Clima
- Zonificación urbana
- Frecuencia de recolección
- Tipo de equipo
- Extensión del recorrido
- Localización de la basura
- Organización de las cuadrillas
- Rendimiento de las cuadrillas

### **RESPONSABILIDADES.**

El punto de recolección más adecuado para coleccionar los residuos es en la acera, porque reduce el tiempo necesario para cada servicio.

### **TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS.**

Los residuos sólidos comúnmente son depositados en:

- Basureros
- Botaderos ilegales
- Botaderos controlados
- Vertederos
- Rellenos sanitarios
- Depósitos de seguridad

Los residuos recaudados a diario por los camiones recolectores son depositados en el botadero municipal ubicado a 5 Km., aproximadamente al Nor-Este del casco urbano de la ciudad de La Trinidad, entre la comunidad de las Animas y de El Chagüite. En éste, son depositados los residuos generados a nivel domiciliario incluidos los producidos en pulperías y pequeñas actividades económicas (tiendas), farmacias, panaderías y de centros de atención médica (Hospital, centros de salud, laboratorios y clínicas médicas privadas de la

ciudad).

El botadero municipal opera como vertedero a cielo abierto, caracterizado por la falta de tratamiento de residuos sólidos y por la inexistencia de infraestructura para el manejo de lixiviados, y de aguas de escorrentía a nivel interno y perimetral. También por la falta de una celda especial para verter los desechos de origen biológicos-infecciosos y patológicos (hospitalarios, lodos de depuración) y los provenientes del rastro municipal. Las **figuras N°14** ilustra las condiciones actuales de manejo presentes en el sitio de disposición final.

Las únicas actividades de tratamiento que se le aplican a los desechos depositados en el vertedero, es la incineración de éstos, lo que produce una contaminación ambiental en la zona. La generación y presencia de charcas en esta zona a causa del invierno, factor que puede estar contribuyendo a un mayor incremento en la producción de percolado, superior al que se podría generar únicamente a partir del porcentaje (%) de humedad que contienen los residuos, más la precipitación media anual.



**Figura N°14.** Condiciones actuales de manejo del vertedero municipal.

**CONDICIONES ACTUALES DE MANEJO DEL VERTEDERO MUNICIPAL.**

El camino de acceso al vertedero municipal está en buen estado ya que la municipalidad realizó un proyecto en el cual fue mejorado el camino hacia la comunidad donde se encuentra el vertedero.

Existen dos familias viviendo en el vertedero las cuales recolectan de los desechos sólidos depositados por los camiones, los componentes más cotizados



para su posterior venta, fuente de ingresos que sirve para su sostén diario.

Los principales tipos de residuos recuperados, son plásticos tipo PET (Polietileno tereftalato = envases de bebidas carbonatadas), PEAD (Polietileno de Alta Densidad = bidones para almacenar aceite de cocinar, sillas, cajillas para transportar bebidas carbonatadas y cervezas), papel blanco y de color, aluminio, cobre, bronce y vidrio.

La forma de trabajar es aleatoria, esto quiere decir, que cada persona decide el tipo de material (residuo) a recuperar. Evidentemente la elección entre uno u otro tipo de residuo recuperado, está influenciado por el valor de comercialización y la demanda que éste tenga en el mercado de reciclaje.



**Figura N°15.** Botaderos clandestinos, no autorizados en La Trinidad.

#### **4.1.2.- ASPECTOS GERENCIALES, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS.**

Se describen a continuación los aspectos gerenciales, administrativos y financieros vinculados a la prestación del servicio de limpieza pública.

#### **ASPECTOS GERENCIALES Y/O ADMINISTRATIVOS.**

El Manual de Organización y Funciones Interna de la Alcaldía Municipal de

**La Trinidad**, fue aprobado por el Concejo Municipal a propuesta del Alcalde, tal como lo establece la Ley 40 y 261 de Municipios en sus Artos. No. 28, Núm.18; 34, Núm. 22. Cada ficha ocupacional correspondiente para cada cargo debe ser del conocimiento y manejo de cada empleado para que realice y desarrolle sus funciones, según las políticas de las autoridades municipales.

Este manual puede tener pequeñas modificaciones o ajustes, por ejemplo agregar nuevos cargos o puestos con sólo una notificación adjunta al mismo de parte del Alcalde y comunicada a los miembros del Concejo Municipal a través de su secretaría. Si los cambios a realizarse fuesen significativos en la estructura organizacional, es recomendable una reforma total y nuevamente sometido a aprobación ante el máximo órgano normativo del Municipio.

Por otra parte, la Ley 217 “**Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales**”, en sus artículos Núm. 129 y 130, reafirma el rol de los Gobiernos Locales “Alcaldías” en cuanto a la administración y/o operación de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos No Peligrosos.

La Estructura Orgánica vigente de la Alcaldía; describe las funciones generales de cada área de trabajo, así como las funciones específicas de cada cargo con los respectivos requisitos que demanda el puesto y las características de complejidad del mismo. A continuación se refleja **La Organización de la Estructura**.

**Tabla N°26:** Organización de la Estructura.

ÁREA	DIRECCIÓN, DPTO, SECCIÓN	CARGO
1.Gobierno Municipal	1.ConcejoMunicipal	1. Concejal
		2. Secretaría de Concejo
2.Dirección Superior	1. Dirección Superior	1. Alcalde
	2. Asesoría Legal	2. Asesor/a Legal
	3. Personal de Apoyo de la Dirección Superior.	3. Secretaria Asistente
		4. Conductor de vehículo

	4. Consejo técnico Municipal (ETM)[1]	1. Alcalde
		2. Asesora Legal
		a. Jefe de Administración y Finanzas.
		b. Jefe de Planificación
		c. Jefe de Proyectos.
3.Administración y Finanzas	1. Administración y Finanzas a.- Sección de Contabilidad	1. Jefe de Administración y Finanzas
		2. Resp.Sección de Contabilidad.
		3. Responsable de Caja
		4. Colector de Impuestos
		5. Cuerpo de Protección Física
		6. Mecánico
		7. Conserje
4.Planificación	1. Planificación a. Sección de Catastro Municipal b. Sección de Promotoría Social	1. Jefe de Planificación.
		2. Responsable de Sección de Catastro.
		3. Responsable de Sección de Promotoría Social.
5.Proyectos e Inversiones	1. Proyectos e inversiones	1. Jefe de Proyectos e Inversiones
6.Servicios Municipales	1. Servicios Municipales a. Sección Registro Civil de Las Personas b. Sección Registro de Ganado c. Sección Limpieza y Recolección de Desechos Sólidos d. Sección: Parque y Ornato Público. e. Sección: Cementerio. f. Sección: Estadio Municipal	1. Jefe de Servicios Municipales
		2. Resp. Sección. de Registro Civil de las Personas
		3. Resp. de Registro de Ganado.
		4. Conductor veh. Recol. de Basura.
		5. Colectores de basura.
		6. Encargado del Parque y Ornato Publico.
		7. Encargado de Cementerio

	g. Sección: Atención al Rastro.	8. Encargado del Estadio Municipal
	h. Sección: Plaza Parque Caridad.	9. Encargado del Rastro
	i. Sección: Biblioteca	10. Encargado del Parque Plaza Caridad
	j. Sección: Barrera.	11. Encargado de biblioteca
	k. Sección Recreativo	12. Encargado de la Barrera
		13. Afanadora del Recreativo

Las funciones que desempeña cada uno de los funcionarios públicos (trabajadores) al frente de la dirección de servicios municipales, se presentan formalmente descritas y reglamentadas en el **MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES INTERNAS MUNICIPALES**, aprobado por el Concejo Municipal en sesión extraordinaria del 2004 en la Alcaldía Municipal de La Trinidad.

El actual manual con el que se está trabajando, presenta debilidades o factores negativos que puede lograr deficiencia o bajo rendimiento en el personal (trabajadores) para alcanzar un mayor nivel de eficiencia y eficacia en cuanto al servicio y desempeño de su oficio.

Una debilidad que enfoca el diseño mismo de dicho Manual, es la falta de orientación de cada cargo, es decir, los planteamiento están muy generales y el jefe de cada área tiene como objetivo explicar claramente las funciones que deben de desempeñar en su trabajo implementando reuniones periódicamente para profundizar e ir mejorando en cada ámbito laboral de acuerdo al Manual vigente.

Reforzando los planteamientos expuestos en párrafos anteriores, se describen las debilidades identificadas y posteriormente analizadas para algunos casos en particular.

La contratación de nuevo personal para ocupar dichos cargos en un futuro, si llegase o NO a cambiar el color político del Gobierno Municipal, se deberá emplear personal con experiencia y conocimientos técnicos-científicos para

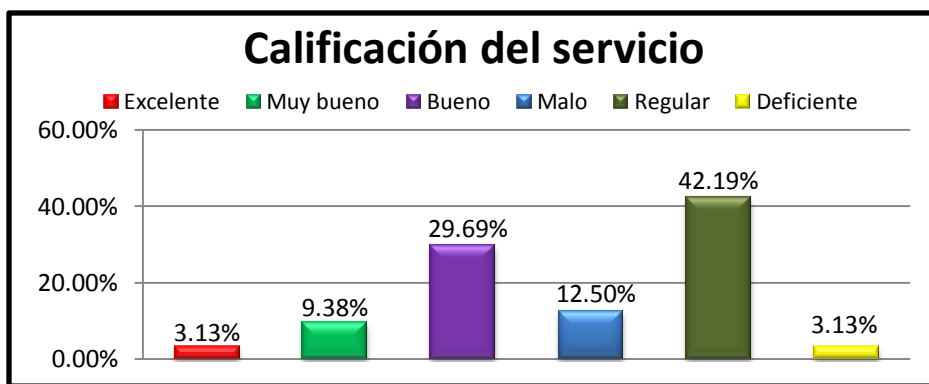
garantizar el inicio de un nuevo aprendizaje con valores positivos, y a su vez poder obtener resultados efectivos en la aplicación, control y seguimiento al PIGARS.

Las tablas y gráficos que se presentarán posteriormente indican la opinión de los habitantes de las viviendas seleccionadas en el área de estudio, respecto al servicio de recolección y limpieza pública de los residuos sólidos, calificadas por una serie de preguntas elaboradas en la guía de encuesta. Estas fueron diseñadas con la finalidad de conocer el punto de vista de la población respecto a los aspectos gerenciales, administrativos y financieros relacionados a éste.

Una de las principales preguntas que se debatió con las personas encuestadas, cuyas respuestas se presentarán en el gráfico siguiente, se hizo con el fin de apreciar el punto de vista de los pobladores respecto al saneamiento básico de la municipalidad. La pregunta aplicada dice:

**¿Cómo califica el servicio de recolección de desechos sólidos que presta la municipalidad?**

**Gráfico N°6.** Porcentaje de opinión de la población respecto al servicio de limpieza pública.



Seguidamente vinculamos otra pregunta a la población, la causa por la cual ellos acreditan tal calificación al servicio prestado por la municipalidad. La pregunta propuesta textualmente dice lo siguiente:

¿Por qué califica de esa manera el servicio de recolección como: \_\_\_\_\_?

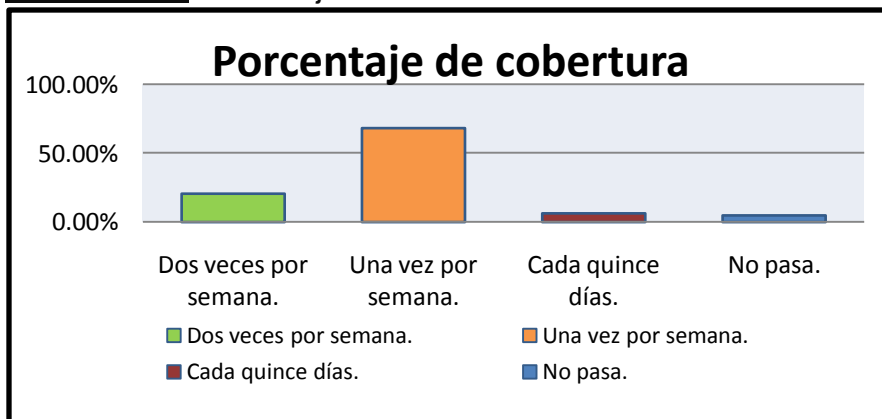
En la siguiente tabla se presentan los datos de análisis.

**Tabla N°27.** Algunas de las principales causas otorgadas por la población muestreada en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos.

Nº	Descripción	Total	%
1	Pasa a diario.	1	1,35
2	Pasa el día, y a la hora prevista.	18	24,32
3	Contribuye a la higiene del hogar y barrio.	7	9,46
4	Hay cobertura en todo el barrio.	8	10,81
5	Porque pasa cuando quiere (no hay hora ni fecha prevista, mal estado de las calles).	22	29,73
6	Dejan basura regada en la calle.	10	13,51
7	Se llevan los recipientes (sacos, baldes).	2	2,70
8	No pasa el camión.	6	8,11
		74	100

Otro acápite interrogado a través de la guía de la encuesta diseñada, tuvo como finalidad conocer la perspectiva de la población en cuanto se refiere a la cobertura de la unidad que recolecta los desechos sólidos (Basura). La pregunta indagada dice lo siguiente: **¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector por su calle?**

**Gráfico N°7.** Porcentaje de cobertura.



Nivel de percepción poblacional sobre el recorrido del camión recolector

En el grafico mostrado se puede observar que el 68.25% de la población admite que la unidad móvil pasa una vez por semana por sus respectivas viviendas el

cual es un índice de que las calles están en buen estado para realizar el recorrido; en cuanto en otros sectores pasa dos veces por semana representado por el 20% de los encuestados, por otros sitios cada quince días reflejando el 6.35% de los pobladores y en los lugares menos accesible el 4.76% afirma que hay deficiencia en la cobertura.

### **ASPECTOS FINANCIEROS.**

Bajo el título aspectos financieros se presenta a continuación información general sobre ingresos y egresos (costos) relacionados al servicio.

En los archivos registrados de la oficina de contabilidad de la alcaldía municipal para el año 2011, se invirtieron **C\$ 2,126,691** (dos millones ciento veinte y seis mil seiscientos noventa y uno) para lograr cumplir con el servicio de limpieza pública, recuperando solamente el 15.09% con la población representando la cantidad de **C\$ 320,917.67** (trescientos veinte mil novecientos diez y siete con sesenta y siete centavos), lo cual demuestra que la municipalidad para cumplir con la prestación del servicio, subsidia el 84.91% (**C\$ 1,805,773.33**) de los costos del servicio.

**Tabla N°28.** Ingreso y egresos vinculados al servicio del 2011.

Departamento	Ingresos	Egresos	Subsidio	
	Cifra en córdobas	Cifra en córdobas	Cifra en córdobas	%
Contabilidad	320,917.67	2,126,691	1,805,773.33	84.91

Según los registros de la oficina de contabilidad de la alcaldía municipal, para este año 2012, el presupuesto anual para el departamento de servicios municipales se invirtieron C\$ 2,315,352 (dos millones trescientos quince mil trescientos cincuenta y dos) para cumplir con todas las fases vinculadas a la prestación del servicio de limpieza pública, logrando únicamente recuperar 18% que representa C\$ 416,763.50 (cuatrocientos diez y seis mil setecientos sesenta y tres con cincuenta centavos) con la tarifa ya establecida en todo el casco urbano de la ciudad, lo cual indica que la municipalidad para cumplir con la

prestación del servicio, subsidia el 82% (C\$ 1,898,588.64) de los costos del servicio.

**Tabla N°29.** Ingreso y egresos vinculados al servicio del 2012.

Departamento	Ingresos	Egresos	Subsidio	
	Cifra en córdobas	Cifra en córdobas	Cifra en córdobas	%
Contabilidad	416,763.50	2,315,352	1,898,588.64	82

Los ingresos a los que hace referencia la tabla anterior, son el resultado de las recaudaciones efectuadas en concepto de pago de tarifa por el servicio de limpieza pública.

**Tabla N°30.** Tarifa de cobro aprobada por el Consejo Municipal.

Tipo de Usuario	Tarifa
Sector domiciliario	10 córdobas
Sector comercio	50 córdobas
Industrias	100 córdobas
Instituciones Privadas	10 córdobas

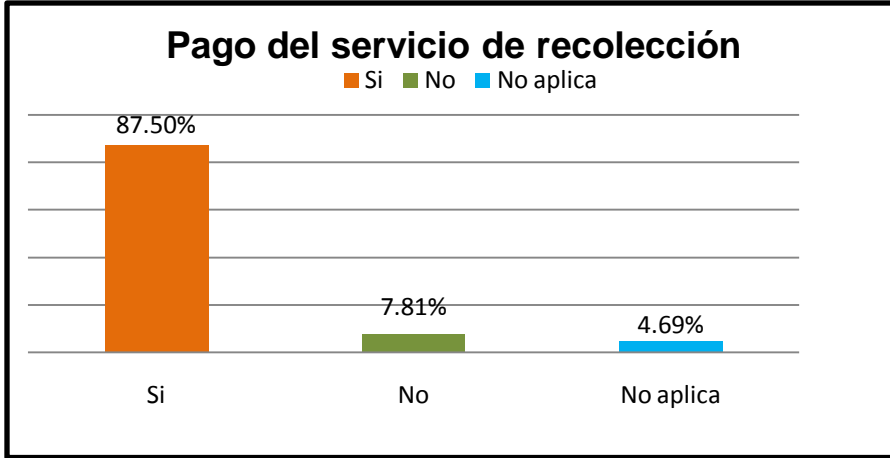
En la tabla anterior se ven reflejadas las tarifas mensuales de cobro por la prestación del servicio de limpieza pública dependiendo el tipo de usuario según sea el caso. En el **Sector Comercio** abarca lo que es pulperías, miscelánea, etc; en las **Industrias** abarca panaderías grandes, medianas y pequeñas; y en las **Instituciones Privadas** como: Cooperativa de Ahorro y Crédito, FUNDENUSE, Financieras y Colegios Privados.

Con el fin de conocer la opinión de la población respecto a los aspectos financieros del servicio, se incorporaron una serie de preguntas en la guía de encuesta, entre otros fines, con la intención de identificar debilidades para su posterior atención a través del plan acción.

Una de las primeras preguntas enfocadas a la parte financiera del servicio, dice: **¿En esta vivienda se paga por el servicio de recolección de residuos?**, a lo que la población contestó a los datos que se presentan resumidos en el gráfico siguiente.



**Grafico N°8.** Porcentaje de pago del Servicio de Recolección.

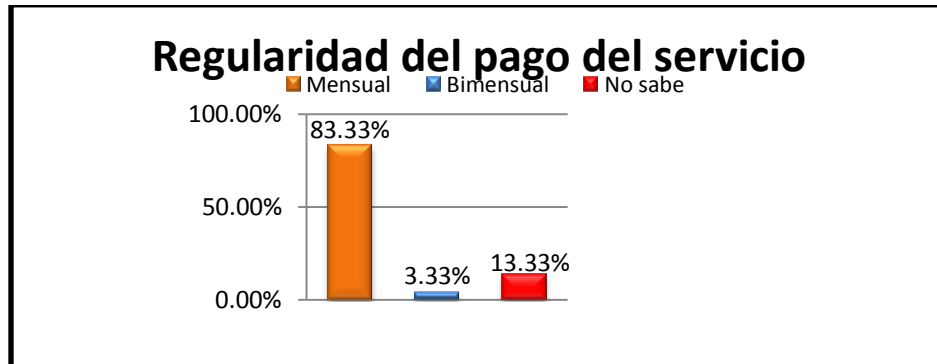


El mayor porcentaje de las personas encuestadas afirman cumplir con la tarifa establecida representando el 87% y un 7.81% de la población muestreada no paga con la tarifa debido a que no hay cobertura del servicio de recolección.

La pregunta de la cual se deriva el gráfico que se representará posteriormente es orientado a conocer la frecuencia con la que es cancelado el pago del servicio a la municipalidad, y las causas del porque éste, no se efectúa de forma mensual, respectivamente.

Textualmente la interrogante dice: **¿Con qué regularidad se paga el servicio de recolección de residuos sólidos en esta vivienda?**

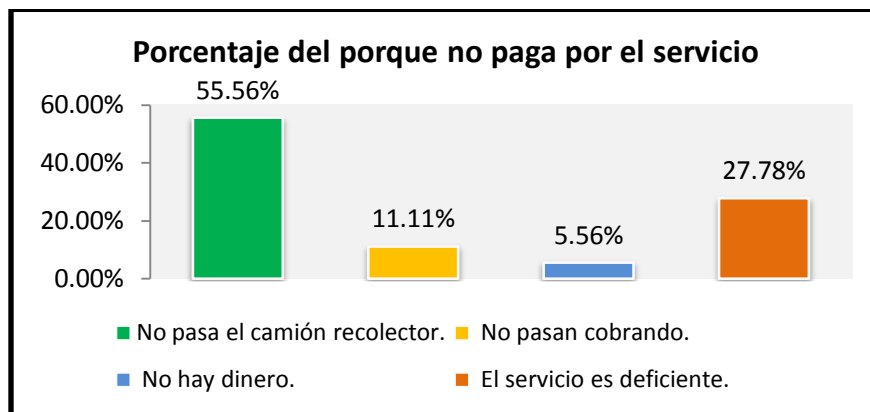
**Grafico N°9.** Porcentaje de Distribución de Frecuencia de Pago del Servicio.



A simple vista se puede apreciar en el grafico que el 84% de las viviendas son responsables con el pago de la tarifa mensualmente.

Las principales causas del porque la población no paga el servicio de limpieza pública de forma mensual, aparecen reflejadas en el siguiente gráfico diseñado con la ayuda de la pregunta siguiente: **¿Por qué no se paga el servicio?**

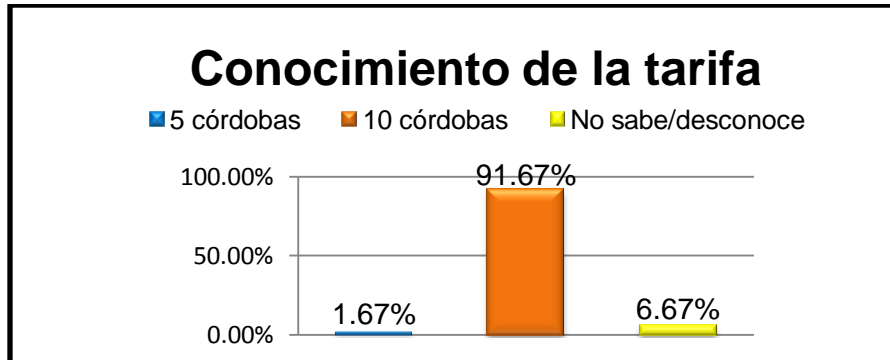
**Grafico N°10.** Principales causas del porque la población no paga de forma mensual.



Con la finalidad de verificar el porcentaje de población que tiene conocimiento sobre el valor (monto) de la tarifa de cobro establecido para su vivienda por el servicio prestado, se aplicó la siguiente pregunta:

**¿Cuánto se paga al mes en esta vivienda por el servicio de recolección de residuos sólidos?;** a lo que la población respondió a los datos que se observan resumidos en el gráfico siguiente.

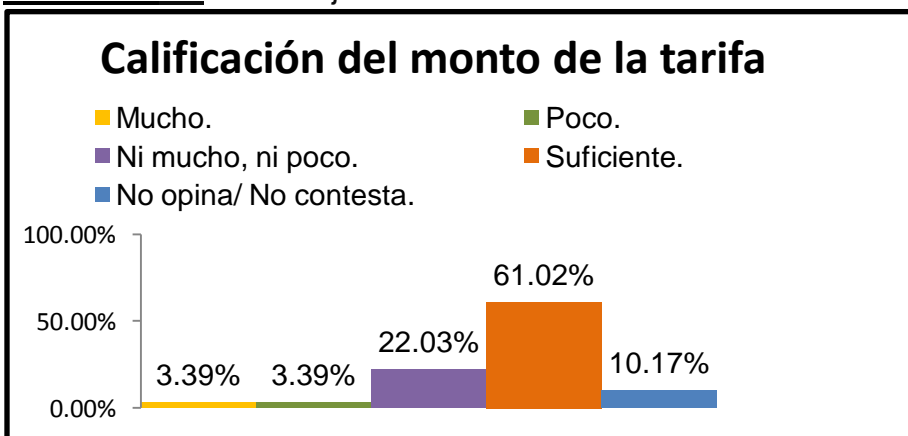
**Grafico N°11.** Porcentaje de personas que conocen el valor de la tarifa de su vivienda.



Nótese que el valor (porcentaje) más altos se ubica en el color anaranjado del diagrama de barra, representando el 91.6% de la población que satisfactoriamente conoce la tarifa a saldar.

Ligada a la pregunta anterior, se preguntó a la población **¿Cómo califica el monto de la tarifa cancelada a la Alcaldía Municipal, por la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos, a esta vivienda?**, con el fin de identificar una potencial oportunidad que permita en un futuro valorar la posibilidad de incrementar el valor de la tarifa para el sector domiciliario principalmente.

**Grafico N°12.** Porcentaje de Calificación del Monto de la Tarifa.



#### **4.1.3.- ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA)**

Con el objetivo de disponer un plan de gestión integral de residuos sólidos que contribuya entre otros aspectos, a una mejora continua del servicio de limpieza pública, se han identificado una serie de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en el ámbito municipal, las mismas que se presentan en la tabla N°40.

**Tabla N°31:** Resultados del análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>La existencia de una política ambiental y un sistema de gestión ambiental.</p> <p>El área de servicios municipales cuenta con una asignación presupuestaria anual de un poco mas de</p>	<p>Voluntad de trabajo por parte del consejo municipal para mejorar la problemática de residuos sólidos.</p> <p>Hermanamientos de la municipalidad con gobiernos extranjeros.</p> <p>Apoyo de ONGs nacionales</p>	<p>Visión limitada y equívoca de la gestión, al confrontar el problema del servicio, sin considerar componentes ambiental, social, económico y de salud.</p> <p>La institución carece de una subdirección que se encargue de formular proyectos de mejoramiento técnico, gerencial y ambiental a corto y largo plazo.</p> <p>Del sector de pobladores que no pagan la</p>	<p>Crecimiento urbano desordenado, situación que imprime una mayor demanda de recursos económicos, humanos y materiales para integrar estos nuevos asentamientos al</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>2,300,000 córdobas</p> <p>La existencia de una estructura contable, la cual lleva el control de gastos relacionados a la prestación de servicios a la población.</p> <p>Existe una tarifa de cobro aprobada por el consejo municipal por el servicio prestado a la población.</p>	<p>y extranjeras.</p> <p>El 56.9% de las personas que pagan el servicio están dispuestos a pagar más si se mejora el sistema de recolección.</p>	<p>tarifa solo un 46% pagaría si el servicio mejorase de forma significativa, mientras que el 47% no lo haría representando una arraigada cultura de “no pago” en el municipio.</p> <p>La tarifa aprobada por el Consejo Municipal para el cobro del servicio, no está establecida como un impuesto de servicio básico por lo que el municipio opta por pagar o no la tarifa.</p> <p>El municipio no cuenta con un servicio de barrido de calles que labore en éstas para mantenerlas limpias.</p> <p>Debido a esta cultura de no pago la municipalidad debe subsidiar el 82% de gasto de mantenimiento del servicio, es decir, de los C\$ 2,315,352 que se</p>	<p>sistema de recolección y transporte de residuos existente.</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</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>Se dispone de dos unidades colectoras de basuras en perfectos estados.</p> <p>El servicio cuenta con rutas preestablecidas para la recolección y transporte de los desechos.</p>		<p>necesitan para mantener el servicio solo se recuperan C\$ 416,763.36 a través de la tarifa mensual.</p> <p>Ausencia de una política local de incentivos dirigida hacia la población, 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, mejorar la estética de la ciudad y por consiguiente la salud pública en general.</p> <p>La municipalidad en su mayoría aborda aspectos puntuales dejando de lado algunas áreas tales como: la creación de incentivos y programas de sensibilización ambiental.</p>	<p>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> <p>Falta de instrumentos económicos en el país dirigidos a la gestión integral de residuos sólidos, que permita integrar al sector privado y población</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		<p>Inexistencia de un plan integral de manejo de residuos sólidos actualmente en formulación, en el que se oriente de manera particular las acciones a ejecutar para mejorar la calidad del servicio, disminuir los % de subsidios y poder reducir las afectaciones a la salud pública.</p> <p>Ausencia de una estrategia de incorporación del sector informal (segregadores o churequeros) en el manejo de residuos.</p> <p>Escasa organización para realizar capacitación del personal ligado a la parte operativa del servicio: Conductores y cuadrilla de recolección.</p>	<p>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> <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 ciudadanía en el</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		<p>Débil planificación, organización, control y monitoreo de las rutas de recolección.</p> <p>Falta de una infraestructura oficial para el personal de limpieza pública.</p> <p>Insuficiencia de recipientes para el depósito de residuos en la ciudad.</p> <p>Inexistencia de un diseño 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> <p>Falta de un control en el manejo de los botaderos clandestinos.</p> <p>Falta de organización de la alcaldía para</p>	<p>manejo de residuos sólidos.</p> <p>El sector empresarial no está involucrado en la gestión ambiental municipal.</p> <p>Poca claridez de la población en relación con las competencias institucionales en materia de residuos sólidos.</p> <p>Uso cada vez más generalizado de envases sin retorno.</p>



Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		establecer días de jornadas de limpieza en el municipio.	<p>Incertidumbre para el fomento de inversiones privadas que contribuyan a enfatizar el servicio de manera global.</p> <p>Poco desarrollo de tecnologías o estrategias que puedan aportar limpieza en el municipio.</p> <p>El sector empresarial no está involucrado directamente en la gestión ambiental municipal.</p>

#### **4.2.- PASO Nº 2: ESTABLECIMIENTOS DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS.**

##### **PRESENTACIÓN.**

El PIGARS-LA TRINIDAD, pretende disminuir los impactos del proceso de deterioro ambiental ligado directamente a la generación de residuos sólidos. Esto se logrará mediante la ejecución de las actividades o acciones propuestas, las cuales traerán además, oportunidades y beneficios para el Gobierno Municipal (Alcaldía), y en especial para la población en general.

La estructura del plan obedece a una planificación lógica, que va de lo general a lo particular: Objetivos y alcances, lineamientos estratégicos, plan de acción, y estrategia de implementación y seguimiento al PIGARS.

El principal resultado que muestra el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, PIGARS-La Trinidad (2012-2031), 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.

#### **4.2.1. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PIGARS.**

##### **OBJETIVO GENERAL:**

- Mejorar las condiciones higiénicas sanitarias de los pobladores del casco urbano de la Ciudad de La Trinidad a través de una gestión adecuada, eficaz y eficiente de los residuos sólidos generados diariamente.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Fortalecer las capacidades gerenciales, administrativas, financieras y técnico-operativas de la municipalidad, vinculadas a la prestación del servicio.
- Desarrollar un modelo sustentable y replicable de gestión de residuos sólidos que sea aplicable por la municipalidad.
- Proteger la salud de las personas involucradas directa o indirectamente en el manejo integral de los residuos sólidos, contribuyendo de esta forma en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Optimizar el aprovechamiento de los recursos fomentando la separación en la fuente, el rehúso y el reciclado de los diversos componentes de los residuos sólidos e incentivar la participación de todos los sectores, en la prevención, valorización y el manejo integral de los residuos sólidos.

##### **ALCANCE DEL PIGARS.**

Para cumplir los objetivos propuestos en el PIGARS–La Trinidad, se ha definido un horizonte de planeación de 5 años.

El área geográfica comprendida en el PIGARS-La Trinidad incluye toda el área urbana (barrios).

#### **4.2.2.- VISIÓN DEL PIGARS.**

Hacer de La Trinidad una ciudad más Limpia, y con menores índices de enfermedades asociadas al manejo ineficiente de desechos sólidos en Nicaragua.

### **4.3.- PASO N°3: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS.**

Los lineamientos estratégicos seleccionados en el marco del diseño y/o elaboración del plan de acción del PIGARS, están orientados a asegurar la implementación efectiva y el logro de los objetivos previstos, considerando los resultados del diagnóstico situacional y el marco jurídico nacional vigente.

La base del éxito del plan, está fundamentada principalmente en el desarrollo de los lineamientos estratégicos que se describen a continuación:

**FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL:** El manejo integrado de los residuos sólidos deberá garantizar la eficiencia y eficacia de sus acciones, lo cual requiere que en la solución de los problemas identificados en el diagnóstico, se conjuguen los esfuerzos de todos los departamentos, secretarías y oficinas de la municipalidad (UGAM, Servicios Públicos Municipales, Catastro, Recaudaciones, APROE, Participación Ciudadana, etc.). Dichas iniciativas, deberán tener como objetivo el incidir positivamente en las diferentes etapas de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, a fin de optimizar, potenciar esfuerzos y recursos, evitando así duplicidad, teniendo en cuenta las competencias y capacidades de la Alcaldía. Las actividades que se presentan en el plan de acción, enmarcadas en el lineamiento estratégico **“FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL”**, están diseñadas bajo cuatro ejes principales: Técnicos-operativos, gerenciales, administrativos y financieros.

**FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO LOCAL:** El manejo integral de los residuos sólidos, así como el fomento de la valorización de los materiales contenidos en ellos, hacen necesario el establecimiento de disposiciones institucionales “Ordenanzas Municipales” enmarcadas en la legislación nacional con carácter especial y de enfoque preventivo.

**CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA:** El manejo integral y ambientalmente adecuado de los residuos sólidos que se generan en la ciudad, demanda el desarrollo de actividades de capacitación y asistencia técnica a

todos los sectores involucrados (públicos y privados), que garantice la generación de información de calidad necesaria para el correcto desempeño del PIGARS.

**EDUCACIÓN AMBIENTAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA:** Dado que los problemas ocasionados por la generación y el manejo inadecuado de los residuos sólidos, están directamente relacionados con los hábitos de consumo, y a los bajos niveles de educación ambiental y sanitaria de la población en general. La solución a la problemática presente, sólo puede darse a través de la participación informada, activa y organizada de todos los miembros de la Alcaldía, Organismos Gubernamentales con incidencia territorial, ONG, y sociedad en general.

**FORTALECIMIENTO ECONÓMICO:** Los RSU engloba a todas las etapas del ciclo de vida de los residuos y articula los beneficios ambientales, optimización económica y concertación social, dentro de un sistema práctico y sostenible. También combina una serie de opciones en cuanto a los tratamientos a utilizar, incluyendo entre ellos: La reutilización, recuperación y clasificación del material reciclable, compostaje de la fracción orgánica y construcción de vertederos controlados utilizados únicamente para la disposición final de aquella fracción de los residuos que no pueda ser recuperada por los métodos citados anteriormente.

#### **4.4.- PASO Nº 4: FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN DEL PIGARS.**

El plan de acción elaborado en el ámbito de los objetivos planteados en el presente estudio, y del diseño mismo que acompaña la presentación de planes de gestión de residuos sólidos urbanos, está estructurado atendiendo al orden de los lineamientos estratégicos definidos en el apartado anterior, bajo el diseño específico de los criterios que se contextualizan a continuación:

**OBJETIVOS:** Reflejan la intención que persiguen cada una de las acciones propuestas en el marco del plan de acción. Evidencian un compromiso formal de lo que se pretende lograr a partir de la ejecución de las actividades planificadas.

**METAS O ALCANCES:** Determinan el alcance de las acciones. Algunas de ellas se presentan bajo el diseño de marco lógico y otras, asumiendo la capacidad que podría tener la municipalidad para su ejecución.

**ACCIONES:** Describen los mecanismos necesarios para mitigar o reducir las deficiencias encontradas; así como también, procedimientos dirigidos a fortalecer las diferentes actividades relacionados a la prestación del servicio.

**INDICADORES:** Los indicadores seleccionados para tal fin, son la expresión numérica que permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos, metas y acciones previstas a desarrollar a lo largo de la puesta en marcha del PIGARS.

**ACTORES:** Los actores involucrados identificados son los siguientes:

**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 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):** Como institución encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los

recursos naturales y del medio 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:** Éste 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.

**Organismos no Gubernamentales (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-La Trinidad.

**PERÍODO DE EJECUCIÓN:** Establece el tiempo de duración de las acciones.

**En la Tabla N°32.** Se presentan las acciones correspondientes a cada uno de los lineamientos estratégicos planteados. Para cada lineamiento se establecieron objetivos y metas específicos, así mismo cada acción presenta los criterios ya establecidos para su implementación.


 <b>Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad.</b>					
<b>Lineamiento:</b> Fortalecimiento de la Gestión Institucional					
<b>Objetivo:</b> Mejorar la gestión gerencial y administrativa de la municipalidad relacionada con el manejo de los residuos sólidos urbanos					
<b>Metas:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Crear políticas de incentivos al personal de recolección para una mayor eficiencia en el servicio.</li> <li>➤ Realizar un registro para lograr un mejor control en el manejo de los desechos sólidos urbanos.</li> <li>➤ Fortalecer los mecanismos de comunicación, relacionados a la gestión de los desechos sólidos.</li> </ul>					
Nº	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Capacitar al director de servicio municipal, el problema que generan los desechos sólidos para una mejor visión y manejo de los DS	Evaluaciones periódicas y material de apoyo.	ONG, MARENA.	ONG, MARENA, Alcaldía, Tesistas.	Todo el periodo
2	Instruir al encargado del área de formulación de proyectos, gerencial y ambiental con el fin de fortalecer este cargo debido a que no cuenta con presupuesto para una subdirección.	Conferencias con personal capacitado en cada una de estas áreas.	ONG, Especialista para la formulación y gerencial, Especialista ambiental Tesistas.	ONG, Especialista para la formulación y gerencial, Especialista ambiental Tesistas..	Todo el periodo





DISPOSICIÓN FINAL Y PIGARS EN EL CASCO URBANO DE LA TRINIDAD, ESTELÍ


3	Proponer un plan de acción estructurado por un conjunto de programas para mejorar la disposición final de los DS, aminorando el % de subsidio y reducir los impactos a la salud.	Elaboración del PIGARS.	Alcaldía, MARENA, Tesistas.	Alcaldía, MARENA, Tesistas.	Primer semestre del año 2012
4	Incorporar a segregadores en el proceso de selección de DS.	Capacitación a los segregadores.	Dirección de servicios municipales.	Dirección de servicios municipales.	Todo el periodo
5	Capacitar al personal de aseo público.	Explicar el uso de equipos en cuanto a higiene y su seguridad.	Director de servicios municipales.	Director de servicios municipales.	Primer semestre del año 2013
6	Diseñar nuevas rutas que mejoren el servicio de recolección.	Estudio técnico.	Contratación de un consultor, especialista, Ing. Ambienta Director de servicios municipales.	Contratación de un consultor, especialista, Ing. Ambienta Director de servicios municipales.	Segundo semestre del año 2013.
7	Destinar un lugar para que el personal de aseo público guarde sus equipos.	Construir una caseta destinada para el personal de aseo público, con el fin de almacenar sus equipos y herramientas de trabajo.	Consejo Municipal, Departamento de Finanzas y Dirección de servicios municipales.	Consejo Municipal, Departamento de Finanzas y Dirección de servicios municipales.	Primer semestre del año 2013

8	Incluir un proyecto en el que se mejore la disposición final de desechos sólidos y mitigar el daño ambiental causado.	Formulación de un relleno sanitario implementando el PIGARS, con el objetivo de un diseño que cumpla con las necesidades y parámetros de este proyecto.	Alcaldía municipal, PIGARS, Técnicos ambientalistas, MARENA.	Alcaldía municipal, PIGARS, Técnicos ambientalistas, MARENA.	Primer semestre del 2013
---	---	---	--	--	--------------------------

 <b>Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad.</b>					
<b>Lineamiento:</b> Fortalecimiento del Marco legal.					
<b>Objetivo:</b> Proponer instrumentos legales para el fortalecimiento del marco legal respecto a la gestión de los desechos sólidos urbanos.					
<b>Meta:</b>					
➤ Desarrollar un procedimiento para mantener actualizada la información respecto a las disposiciones legales en cuanto al manejo de los residuos sólidos urbanos.					
Nº	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Implementar programas de sensibilización ambiental y creación de incentivos a todos los pobladores.	Elaborar propagandas con el fin de crear una conciencia ambiental.	Alcaldía, MARENA, MINSA, CPC.	Alcaldía, MARENA, MINSA, CPC, Escuelas Públicas y Privadas, La Población.	Primer semestre 2013
2	Aplicar multas a personas que boten basuras en lugares no apropiados.	Proponer un ente regulador que sancione acciones indebidas.	Consejo municipal, Servicios municipales, Policía.	Consejo municipal, Servicios municipales, Policía	Todo el periodo

 <b>Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad.</b>					
<b>Lineamiento:</b> Fortalecimiento Económico.					
<b>Objetivo:</b> Aplicar estrategias al fortalecimiento económico municipal en relación con el manejo de los residuos sólidos.					
<b>Metas:</b>					
➤ Disminuir el subsidio por la prestación del servicio de recolección y limpieza.					
Nº	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Ejecutar un plan de concientización a la población para que paguen la tarifa a fin de eliminar la política de “No Pago”	Realizando charlas por barrios y a través de un análisis financiero del sistema.	Alcalde, MARENA, MINED, MINSA, Consejo municipal, contratar a un especialista para tarifas.	Alcalde, MARENA, MINED, MINSA, Consejo municipal, contratar a un especialista para tarifas.	Primer semestre 2014
2	Proponer una estratificación poblacional.	Estudio técnico-socioeconómico.	Consejo municipal, Alcalde, Contratar a un especialista.	Consejo municipal, Alcalde, Contratar a un especialista.	Todo el periodo
3	Colocar recipientes para depósitos de desechos sólidos en el casco urbano de la ciudad.	Ubicar depósitos de almacenamiento en puntos estratégicos.	Distribuidora, Panadería, Consejo Municipal, Dirección de servicios municipales.	Distribuidora, Panadería, Consejo Municipal, Dirección de servicios municipales.	A partir del primer semestre del año 2014

 <b>Plan Integral de Gestión Delos Desechos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad PIGARS-La Trinidad</b>					
<b>Lineamiento:</b> Capacitación y Asistencia Técnica.					
<b>Objetivo:</b> Establecer actividades para el fortalecimiento técnico-operativo del personal referente al servicio de manejo de los desechos sólidos urbanos.					
<b>Metas:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplicar medidas de seguridad, salud e higiene laboral dirigidas a las personas involucradas en el manejo de los desechos sólidos.</li> <li>➤ Asegurar que todo el personal este consiente de la importancia de sus actividades con el fin de cumplir las políticas y de realizar las acciones previstas en el Plan de Manejo.</li> </ul>					
Nº	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución
1	Brindar al personal de aseo público el equipamiento adecuado.	Adquisición del equipo de protección.	Alcaldía, Dirección de servicios municipales, Personal administrativo.	Director de servicios municipales, Administrador.	Todo el periodo.
2	Capacitación de uso de equipos.	Acta de compromiso para los que elaboran.	Alcaldía, MINSA, Tesistas.	Alcaldía, MINSA, Tesistas.	Todo el periodo.

 <b>Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de La Trinidad.</b>					
<b>Lineamiento:</b> Educación Ambiental y Participación Ciudadana.					
<b>Objetivo:</b> Crear una conciencia ambiental en la población de los diferentes estratos socioeconómicos, promoviendo así su participación en el manejo de los desechos sólidos.					
<b>Metas:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desarrollar un procedimiento formal para comunicar a la población la información relacionada al manejo de los desechos sólidos urbanos.</li> <li>➤ Fomentar la separación en la fuente, el re-uso y el reciclado de los diversos tipos de desechos sólidos urbanos.</li> <li>➤ Incorporar a la población en la solución de los problemas asociados al mal manejo de los desechos sólidos urbanos.</li> </ul>					
Nº	Acciones	Indicadores	Unidad Ejecutora	Actores	Periodo de Ejecución

1	Implementar cuadrillas de limpieza que permita optimizar las condiciones higiénico-sanitarias de las calles del casco urbano.	Organizar grupos de limpieza pública con ayuda de los estudiantes.	MINED, MINSA, secundaria.	MINED, MINSA, secundaria.	A partir del primer semestre del 2013.
2	Implementar estrategias para incentivar a las personas o grupos sociales existentes en el municipio que contribuyan a reducir la problemática de los DS.	Dar reconocimiento públicamente a personas ejemplares con buenos hábitos ambientales.	Alcaldía.	Dirección de servicios municipales, MINSA, ONGs.	Primer semestre 2014
3	Estipular un día de semana para jornada de limpieza.	Realizar jornadas de limpieza en todo el casco urbano.	Alcaldía, Servicio municipales, MINSA, CPC, Colegios.	Alcaldía, Servicio municipales, MINSA, CPC, Colegios, Población.	Primer semestre 2013

**4.5.- PASO N°5: ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO AL PIGARS, ASÍ, COMO LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SUB PRODUCTOS.**

La implementación y posterior seguimiento que se realizarán a las acciones derivadas del PIGARS-La Trinidad (2012-2031); requiere el desarrollo de una serie de aspectos necesarios para garantizar su correcta ejecución y desempeño.

#### **4.5.1.- OPERATIVIZACIÓN DEL PIGARS.**

Para la implementación del instrumento se requiere como primera medida, su oficialización por parte del **Consejo Municipal**, a través de la aprobación de una ordenanza municipal, que regule su aplicación en el municipio, como instrumento de gestión ambiental.

Con el fin de garantizar la operativización del PIGARS, se deberá crear a lo interno de la Dirección de Servicios Públicos Municipales una Sub-dirección de Planificación Técnica-Operativa del servicio, que se encargue de la formulación de proyectos y actividades de carácter técnico (diseño, planeación, seguimiento y monitoreo de rutas; diseño y construcción de indicadores operativos y gerenciales, entre otras actividades) y otra Sub-dirección de Planificación Ambiental dedicada exclusivamente a la formulación y posterior ejecución de planes, programas y proyectos ambientales con objetivos claros, orientados a minimizar la generación de residuos.

Por otro lado, se prevee que a partir de la creación de ambas sub-direcciones u oficinas, la planificación conjunta de actividades laborales entre los diferentes departamentos y secretarías, se verán reforzadas de manera significativa; en función de lograr una efectiva ejecución, control, seguimiento y monitoreo de las acciones derivadas del PIGARS-La Trinidad.

La operativización del PIGARS deberá darse mediante la ejecución de Planes Operativos Anuales POAS, preparados por las sub-direcciones de planeación técnicas-operativas y ambientales, en coordinación con los demás órganos de dirección, departamentos y secretarías de la municipalidad involucrada.

Estructurar, legalizar y operar la **COMISIÓN MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**, tal como lo establece la Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2004-2023). La misma, estará presidida por el Alcalde Municipal e integrada por representantes de las instituciones del Estado con presencia en el territorio, **CAM**, miembros de ONG locales, universidades, empresa privada, organizaciones de la sociedad civil, entre otras.

- Con el fin de disponer de los recursos económicos necesarios para garantizar la implementación del PIGARS, es indispensable además, contar la transferencia completa de los ingresos monetarios recaudados por el servicio, una vez se estén implementando las acciones de mejora de recaudación.
- Asegurar compromisos políticos asumidos en el marco del PIGARS ante la opinión pública, mediante un trabajo fuerte de difusión a cargo de la municipalidad y medios de comunicación local (radio y televisión) y los Consejos del Poder Ciudadano.
- Valorar la posibilidad de incorporar reformas al documento **PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE LA TRINIDAD (PDM)**, con el fin de definir un mayor nivel de prioridad, para la puesta en marcha acciones, que contribuyan a la solución de problemas derivados del manejo inadecuado de los residuos sólidos.
- Desarrollar una presentación del PIGARS ante la mesa de donantes, con el fin de conseguir recursos financieros para apuntalar las acciones concebidas en el plan de acción.
- 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 La Trinidad, incorporando temáticas sobre manejo de residuos sólidos (reducción, reuso, buenas prácticas de almacenamiento, reciclaje, elaboración de abonos orgánicos), que garantice una formación integral en las futuras generaciones, con valores éticos y de respeto hacia el medio ambiente.
- Dada las características heterogéneas de los componentes físicos de los RSU en los de origen domiciliarios. Es necesario diversificar el servicio en sus componentes operativos (recolección, tratamiento y disposición final), empleando alternativas para la recolección en áreas de difícil acceso para

los camiones recolectores, ampliando de esta manera la cobertura a un 100%; re-aprovechando los residuos con valor económico y operando correctamente un relleno sanitario en base a criterios científico-técnicos.

- 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, etc.
- La correcta implementación de este esquema requiere un proceso de capacitación en 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 esquema 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.
- La operativización de las acciones derivadas del PIGARS, debe realizarse bajo los siguientes principios: Gradualidad, flexibilidad y equidad.

### **EVALUACIÓN, CONTROL, SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DEL PIGARS.**

La evaluación, el control y el seguimiento al PIGARS, será responsabilidad de la dirección de servicios públicos municipales, a través de las sub-direcciones de planificación creadas en el marco del presente PLAN; con el apoyo de los demás órganos de dirección (departamentos, secretarías y oficinas) de la municipalidad, involucradas en cada una de las acciones programadas.

Las instancias responsables de la operatividad del PIGARS, deberán elaborar y



divulgar un informe anual de los avances, incorporando además, la problemática presentada en su implementación.

Establecer indicadores de monitoreo y seguimiento que permita valorar la efectividad de las acciones planteadas, e identificar debilidades en su aplicación para su inmediata atención.

Para lograr el control y seguimiento efectivo del plan de acción, será necesario realizar reuniones periódicas entre los diferentes actores; con el fin de evaluar los resultados y establecer las medidas correctivas necesarias para el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos.

Con la finalidad de medir el grado de aplicación del PIGARS-La Trinidad, en términos de eficiencia y eficacia, se requiere una revisión periódica del mismo, por lo menos cada dos a tres años. La misma dependerá, de los resultados obtenidos, del dinamismo de las instituciones involucradas, del desarrollo tecnológico del sector económico y de servicios sujetos a la aplicación del instrumento.



**4.5.2.- DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO.**

**4.5.2.1.- EVALUACIÓN DE SITIO.**

**Tabla N°33.** Matriz de asignación estándar de puntos para evaluación ambiental.

Indicador de evaluación	Puntos	Descripción	Sitio Nordeste
<b><u>ENTORNO SOCIAL</u></b>			
Compatibilidad con la ley	0	No cumple arreglándose cumple	2
	1		
	2		
Compatibilidad con otros planes	0	No cumple arreglándose cumple	0
	1		
	2		
Ubicación del sitio	0	Dentro del Área urbanizada	2
	1	A menos 400m del área urbanizada.	
	2	Fuera del Área urbanizada	
Iglesia	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Cementerio	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Escuela	0	Hay en el sitio	1
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Facilidades Médicas	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Visibilidad desde carretera	0	La mayoría del sitio puede verse desde la carretera	2
	1	Parte del sitio no puede verse debido a árboles y edificios	
	2	Casi todo el sitio no puede verse desde la carretera	
Mirador observatorio	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
<b>RESULTANTE ENTORNO SOCIAL</b>			<b>15</b>
<b><u>AMBIENTALES</u></b>			
Rio, cause	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	

	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Pozo (agua potable)	0	Hay en el sitio	1
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Agua subterránea	2	Prof, Fondo de R.S hasta NF.> 10 m	2
	1	Prof, Fondo de R.S hasta NF. = 10 m	
	0	Prof, Fondo de R.S hasta NF< 10 m	
<b>RESULTANTE ENTORNO AMBIENTAL</b>			<b>5</b>
<b><u>NATURAL</u></b>			
Paisaje bello	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Terreno Actual	0	Pend. pronunciada en sitio	1
	1	Pend. suave cerca del sitio	
	2	Terreno llano en el sitio	
Bosque	0	Hay en el sitio	2
	1	Hay a menos de 400m del sitio	
	2	No Hay a menos de 400m del sitio	
Uso actual de suelo	0	Tierra natural	0
	1	Tierra cultivable	
	2	Yermo	
<b>RESULTANTE ENTORNO NATURAL</b>			<b>5</b>

**Tabla N°34.** Matriz: material de cobertura, vías de acceso según calidad y cantidad, costos de mejoramiento de las mismas.

Indicador de Evaluación.	Pts.	Descripción.	Sitio N°1	
			Nordeste.	
			10 Años	20 Años
a) Área Total disponible para el sitio.	0	≤ 5 ha	a) ≤ 5 ha	
	1	5 ha < A ≤ 30 ha	b) 5 ha < A ≤ 30 ha	
	2	≥ 30 ha	c) ≥ 30 ha	
	0	≤ 30 ha		a) ≤ 30 ha
	1	30 ha < A ≤ 60 ha		b) 30 ha < A ≤ 60 ha
	2	≥ 60 ha		c) ≥ 60 ha
	<b>Resultados.</b>			0
<b>Resumen de resultados A</b>			0	
b) Disponibilidad	0	No existe	2	
	1	Disposición		

de material de cobertura.		limitada	
	<b>2</b>	Disponible en cantidad suficiente	
c) Disponibilidad de material de cobertura.	<b>2</b>	L<10 km	2
	<b>1</b>	10 km< L < 15 km	
	<b>0</b>	L> 15 km	
d) Costos de mejoramiento de la carretera.	<b>2</b>	Alto	1
	<b>1</b>	Medio	
	<b>0</b>	Bajo	
e) Costo y posibilidad de adquisición de terreno.	<b>2</b>	Alto	1
	<b>1</b>	Medio	
	<b>0</b>	Bajo	
<b>Resultados (A+B+C+D)</b>			<b>6</b>

### EVALUACIÓN GLOBAL.

Los resultados deben de ser expresados por puntos asignados a cada aspecto de evaluación: 2 puntos al sitio de mejores condiciones, 1 al medio y 0 al de peores condiciones. La asignación de puntos puede observarse en la siguiente Tabla N°35.

**Tabla N°35.** Asignación estándar de puntos para la evaluación global.

Sitio	Entorno Social	Entorno Natural	Entorno Ambiental	Aspecto Técnico	Puntuación Total
El Chagüite	15	5	5	6	31

### PUNTUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL SITIO POR LA EVALUACIÓN GLOBAL.

La evaluación del sitio presentada en el Tabla N°35 es ejecutada estudiando el entorno social, contaminación del medio ambiente, entorno natural y la parte técnica y de costos sin agregarle un peso específico a un aspecto en particular.

Sin embargo, se le debería agregar peso a la evaluación social, suponiendo que se esperen protestas al sitio de disposición por parte de la gente (**problema que puede resolverse en el marco con la implementación del proyecto de cierre del vertedero en uso actual**).

La puntuación y clasificación de los sitios de acuerdo a los resultados de la evaluación global pueden verse en la siguiente tabla.

**Tabla N°36.** Puntuación total en las evaluaciones globales de los sitios.

Sitio	Puntuación Total
El Chagüite	31

La alcaldía no contaba con sitios para valorar el más apropiado. Las autoridades se integraron por un grupo interdisciplinario para la evaluación del vertedero actual, de acuerdo a los criterios estipulados de este grupo el botadero tiene aceptación, cumpliendo con muchos parámetros para dicha construcción.

En el año 2005 se realizó la adquisición del terreno actual para la disposición final de los desechos sólidos urbanos, ubicado en la comunidad del Chagüite a 4km al Noreste de la ciudad. Para la selección del presente sitio la alcaldía municipal recurrió al apoyo de organizaciones como: INIFOM, MARENA, Policía y MINSA; realizando sus respectivos análisis y conclusiones.

#### **4.5.2.2.- INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS.**

##### **HIDROGEOLOGÍA:**

De acuerdo a las investigaciones hidrogeológicas que ha realizado la Alcaldía municipal no hay posibilidades para la formación de acuíferos subterráneos, debido a que las rocas y sedimentos existentes no permiten la formación de los mismos. El material arcilloso durante el invierno se satura de agua, una vez saturado se forman las lagunas o reservorios existentes en el basurero, es decir que luego que el material se satura, no hay filtración de agua por tanto no podemos hablar de nivel freático.

### **GEOMORFOLOGÍA:**

La geomorfología del terreno es irregular, con pendientes muy pronunciadas por la parte Sur, Oeste y Norte. La elevación topográfica en el área varía de 690 msnm en la entrada al basurero, rumbo hacia el Oeste se incrementa la elevación a 780 msnm, hacia el Sur 763 msnm y hacia el Norte tenemos 722 msnm.

El área que abarca el basurero municipal de La Trinidad se encuentra en una pequeña depresión, rodeada de elevaciones, las cuales no sobrepasan los 780 msnm. El basurero en la parte más baja se localiza en la cota 691, es decir que el desnivel o variación de altura de la parte más baja con respecto a la altura máxima de las elevaciones que rodean el basurero es de 89 mts.

### **METEOROLOGÍA:**

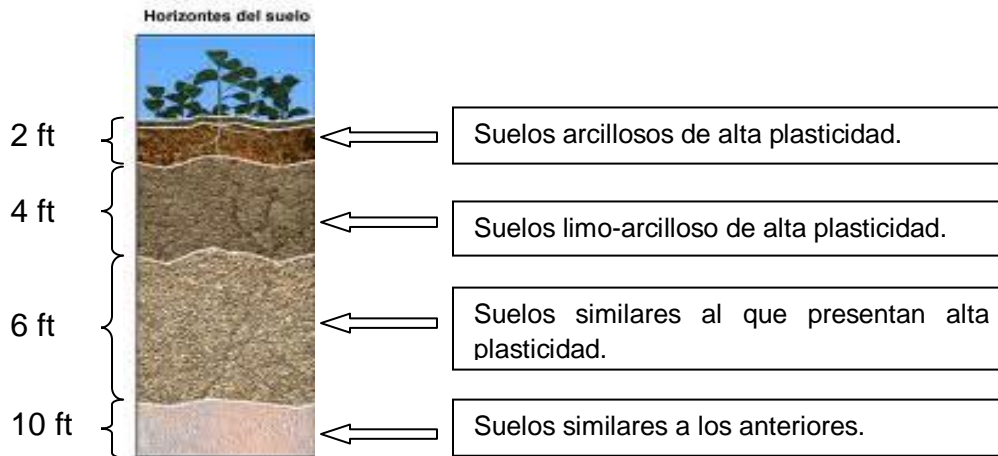
En relación a los datos meteorológicos se utilizó la hoja topográfica **2955 - II, Jinotega** y **2954 - I, Sébaco**, a escala 1: 50 000, registrada en la estación **INETER** ubicada en San Isidro, Matagalpa obteniendo parámetros como:

1. Precipitación,
2. Temperatura,
3. Brillo Solar,
4. Humedad Relativa.

#### **4.5.2.3.- ESTUDIO DE SUELO.**

##### **ESTRATIGRAFÍA DEL SUB-SUELO:**

El suelo es de origen Terciario, el primer estrato presenta suelos arcillosos de alta plasticidad, del tipo MH de origen aluvial, el cual permite que las aguas de lluvias que caen en esta zona de aguas subterráneas profundas puedan preservarse sin su pérdida por infiltración. El siguiente estrato también es arcilloso pero de menor plasticidad. En los estratos inferiores aparecen arcillas más consolidadas hasta llegar a la roca madre.



**Figura N°16.** Estratigrafía del Sub-Suelo.

### **CATAS EFECTUADAS:**

Se realizaron cuatro pruebas de infiltración, resultando lo siguiente:

#### CATA S- 1:

La primera cata está compuesta por una capa de suelo arcilloso de color negro oscuros y luego le yace otro suelo arcilloso de color café claro, continuo otro más claro de igual plasticidad. Por su clasificación SUCS se conocen como MH o arcilloso-limoso de alta plasticidad y por el método HRB, se conocen como suelos A-7-5 con índices de grupos superiores a los valores de 10 unidades.

#### CATA S- 2:

La segunda cata está compuesta por un suelo de Arcilla-limoso de alta plasticidad, tipo (MH) la cual es de aproximadamente tres pies de material plástico y color negro oscuro cuyo material pasa más del 60% por la malla No, 200 y sus límites líquidos son superiores al 70%, lo que lo convierte en un material adecuado para su utilización como vaso de la mini presa. Le continúa otra arcilla más clara de igual plasticidad y de mayor soporte como material de impermeabilización.

#### CATA S- 3:

La Tercera cata está compuesta por un suelo similar al que presentan las catas anteriores.

#### CATA S- 4:

La cuarta cata está compuesta por un suelo similar a los anteriores con

comportamientos similares y se encuentra en un sitio donde ya están funcionando los vasos de las lagunas que de forma natural han venido funcionando en la localidad.

**Tabla N°37.** Presiones Admisibles del Terreno.

PROFUNDIDAD	PRESIÓN ADMISIBLE
0	0,5 kg/cm <sup>2</sup>
2 pie	0,6 kg/cm <sup>2</sup>
4 pie	0,8 kg/cm <sup>2</sup>
6 pie	1,6 kg/cm <sup>2</sup>
10 pie	2,0 kg/cm <sup>2</sup>
6 pie con sobre-tamaño	2,5 kg/cm <sup>2</sup>

**RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO:**

**Tabla N°38.** Sondeo No.1

ESTRATO	INTERVALO	ANGULO DE FRICCIÓN	ESFUERZO DE COHESIÓN
No	Pies	Grados	kg/cm <sup>2</sup>
1	(0-2)	24	1
2	(2-4)	24	1
3	(4-6)	26	1.2
4	(6-8)	26	1.2
5	(8-10)	26	1.2

**Tabla N°39.** Sondeo No.2

ESTRATO	INTERVALO	ANGULO DE FRICCIÓN	ESFUERZO DE COHESIÓN
No	Pies	Grados	kg/cm <sup>2</sup>
1	(0-2)	23	1
2	(2-4)	23	0.9
3	(4-8)	24	1.2
4	(8-10)	24	1.2

**4.5.2.4.- ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA.**

Topográficamente el área que abarca el basurero es plana, es la parte baja de la depresión con una cierta pendiente mínima hacia el Sureste.

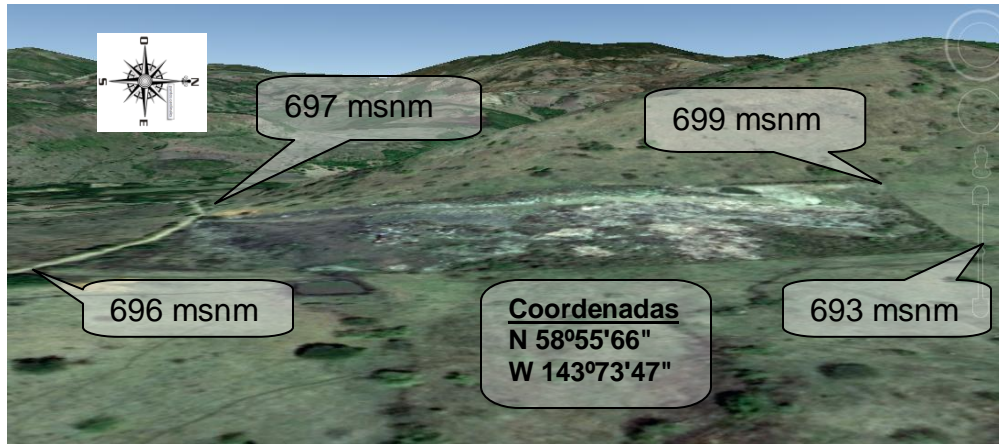


El basurero se localiza en las coordenadas UTM N 1437335 – E 585578, elevación de 692 msnm.

Las características topográficas predominantes que rodean el área del basurero, son cerros, cuestas y terrenos deforestados (pastoreo de ganado), con pendientes que oscilan entre 18% y 6% en las elevaciones que rodean el basurero, pero la pendiente en la parte baja, propiamente del basurero hacia el Sureste es de 1.8%.

El sistema de drenaje superficial lo constituye una pequeña zanjonada, la cual nace a unos 190 metros N350°NW, tomando como referencia el extremo NE del polígono que forma el área del basurero, en esta zanjonada solo escurre agua durante se dan las precipitaciones y la corriente pasa a escasos tres (3) metros de distancia del extremo NE de la propiedad del basurero, luego se orienta hacia el SE.

**Figura N°17.** Ubicación Topográfica del Terreno.



#### **4.5.2.5.- DISEÑO DE TRINCHERAS DEL RELLENO SANITARIO.**

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

- Se define que las zanjas serán construidas con maquinaria pesada que generalmente tienen un rendimiento de **20 m<sup>3</sup>** por hora de corte.
- La población equivalente a servir, es de **8,268 hab.**

- La producción per. cápita media a utilizar es **0.59kg/hab/día**.
- La cobertura del servicio de recolección, se estima en un **82%**.
- El material de cobertura es de **20%** del volumen de desecho a enterrar.
- La densidad de desecho estabilizada es de **650 Kg/m<sup>3</sup>**.

Asumiendo 3.5 metros la profundidad de excavación su equivalencia volumétrica será de 5023.2 m<sup>3</sup> para determinar:

**Tiempo de maquinaria requerido por zanja =**

$$\frac{5023.2 \text{ m}^3}{20 \text{ m}^3/\text{hora} \times 8 \text{ horas}} \text{ días} = \frac{31.4 \text{ días}}{2 \text{ Maquinas}} = 15.7 \text{ días} = 16 \text{ días} \quad \text{Ec. 25.}$$

### **DIMENSIONAMIENTO DE CELDA DIARIA.**

El volumen de la celda será de 14.93m<sup>3</sup>.

Asumiendo una profundidad de 3.5m y un ancho de 20m el largo será de 3.2m.

Por lo tanto Las dimensiones de la celda serán:

- Alto = 1.5m,
- Ancho = 3.2m,
- Largo = 3.2m.

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.

### **CRITERIOS DE DISEÑO DEL PERFIL DEL RELLENO SANITARIO.**

Considerando el papel mitigante preventivo de un relleno sanitario que debe de concretarse en su capacidad de controlar tanto los desechos dispuestos como los subproductos de los mismos tales como los materiales orgánicos e inorgánicos estabilizados, los gases y los líquidos residuales generados (los Lixiviados). Dichos subproductos no sólo son generados vía proceso de biodegradación sino también tiene un régimen de movilidad garantizado por leyes físico - químicos y microbiológicos. Para un adecuado control de ellos precisa de un buen diseño, una buena construcción, un adecuado proceso de operación mantenimiento del sistema en su totalidad. Serán presentados

enseguida algunos criterios claves, los cuales se han tomado en cuenta para lograr las metas prefijadas. Por cuestión de prioridad en concepto de modelación del sistema, de construcción y de operación, se iniciara por la base inferior del relleno sanitario.

**Capa de barrera:** Tomando en cuenta la característica peligrosas de los lixiviados de los residuos sólidos peligrosos, para controlar y resistir al flujo vertical de los mencionados lixiviados formados en las capas anteriores, es recomendable una combinación de la capa de base que será constituida por:

- Una capa de material arcilloso, (10cm-60cm.) de baja permeabilidad debidamente compactada al 85% como mínimo.
- Opcionalmente una capa de material de Bentonita (un tipo de silicato) de entre 6mm - 10mm, de conductibilidad hidráulica (permeabilidad) del orden de  $11 \times 10^{-9}$ .
- Un material laminada Geomembrana de 22mm-35mm del tamaño existente en el mercado, debidamente ensamblado mediante soldadura a fin a este material.
- Una capa de 40 cm. de material arcilloso de baja permeabilidad debidamente compactada al 85% como mínimo.

**Capa de drenaje:** Se usará una capa de materiales granulados medianos, de alta permeabilidad, por lo mismo de alta conductividad hidráulica, un mínimo de  $1 \times 10^{-3}$  cm/s. El espesor dicha a adoptarse, es recomendable que sea dentro 10cm-30cm. Tendrá un triple papel que consiste en:

- 1) Almacenar los lixiviados generados vía biodegradación e infiltrados a través de las capas anteriores y que constituye la zona no saturada.
- 2) Aislar el canal de recolección de lixiviados de los efectos de infiltración y colmatación posterior del tubo perforado de drenaje (será detallado más abajo su criterio de diseño) ya que se encuentra colocada justamente en este extracto que limítrofe la capa inferior de desecho disponible.

3) Drenar los lixiviados generados puesto que cuenta con la pendiente y la porosidad efectiva necesarias para realizar dicha función.

**Franco drenaje y Tuberías:** Con la finalidad de maximizar y concentrar en un punto dado la cantidad y/o caudal de lixiviados ya en contacto con la capa de drenaje lateral, se diseñará un canal con capacidad suficiente para captar, acumular y transmitir dicho líquido por saturación alcanzada. El material utilizado en dicho franco drenaje puede constituirse de grava redonda y/o angular de coeficiente de uniformidad mínimo 4 y de diámetro mínimo de grano 5cm. Una capa de grava de espesor mínima 15cm. será colocada en el fondo del franco del canal de drenaje sirviendo de base un tubo de diámetro mínimo de 15cm. con perforaciones consistiendo en dos o más líneas de hoyos. El tubo perforado se distancia de la capa de drenaje lateral por otra capa de grava de 15cm. arreglada encima de su cédula superior. Una pendiente mínimo de 0.5%, habilitará al tubo a conducir los lixiviados hasta la salida del relleno y/o al inicio del canal periférico principal.

**4.5.2.6.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LIXIVIADO. MÉTODO DEL COEFICIENTE DE COMPACTACIÓN EN EL RELLENO SANITARIO.**

$Q = K \cdot P \cdot A$  Adónde: Ec. 26

p = Precipitación media anual.

A = Área del terreno.

K = Coeficiente que depende del grado de compactación.

Q = Caudal de lixiviados producidos.

**Valores que toma el coeficiente K**

Grado de Compactación	Valores de "K"
Mayor a 0.7 Kg/m <sup>2</sup>	15%-25%
0.7 - 04 Kg/m <sup>2</sup>	25%-50%

$P = 944.46 \text{ mm} = 0.94446 \text{ m/año}$

$$A = 18,658 \text{ m}^2$$

$$K = 25\%$$

$$Q = 0.25 \times 0.94446 \text{ m/año} \times 18,658 \text{ m}^2 = 4,405.43 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q = \frac{4,405.43 \text{ m}^3/\text{año}}{224 \text{ días lluviosos /año}} = 19.66 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \text{ E c. 27}$$

La cantidad resultante de este procedimiento es de  $19.66 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$

Considerando cinco etapas de operación y mantenimiento equivalente a cinco periodo de construcción de STLlx por un lado. Por otra parte considerando las áreas del relleno a construir durante los 20 años de la vida útil:

Tendremos  $19.66 \text{ m}^3/\text{año} / 5 \text{ periodos} = 3.932 \text{ m}^3 / \text{día} / \text{periodos}$ .

**Tabla N° 40.**Balance Hídrico (WBH).

°DETERMINACION DE CANTIDAD APROXIMADA DE LIXVIADO, EN CONCEPTO DE TIRANTE h DE AGUAS EN EXCESO, QUE PUEDE PRODUCIRSE EN EL RELLENO SANITARIO DE ESTELI														
BASE DE DATOS PARA BALANCE HIDRICO METODOLOGIA PERC														
Proceso de interpolación de duración de Radiación solar	13	29.4	27.3	30.9	31.2	33	32.1	33	32.4	30.6	30.8	28.8	27.4	30.58
	14	29.4	27.3	30.9	31.2	33	32.4	33.3	32.4	30.6	30.8	28.8	29.1	30.77
	1	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0	0	1.7	
	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	
Precipitación P (mm)		1.464	4.682	4.373	15.527	190.609	154.336	114.727	110.1	157.345	155.727	30.791	5.236	830.7
PARAMETROS	BALANCE HIDRICO (PERC)													
		Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Temperatura	T ( ° C)	24.39	24.85	25.83	26.95	26.54	25.45	25.3	25.56	25.15	24.79	24.55	24.47	
Temperatura	T ( ° F)	75.9	76.74	78.49	80.5	79.77	77.8	77.54	78.01	77.28	76.62	76.2	76.05	
Indices de calor	i	11.01	11.33	12.01	12.81	12.52	11.74	11.64	11.82	11.54	11.29	11.13	11.07	139.91
Evapotr. Potncial no Ajustada	UPET (Pulg.)	0.14	0.15	0.17	0.18	0.18	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	
Factor de duración de luz solar	r	27.9	26.7	30.9	31.8	34.5	34.2	35.1	33.6	30.6	29.7	27.3	27.3	
Evaporación potencial Ajustada	PET (Pulg.)	3.906	4.005	5.253	5.724	6.21	5.472	5.616	5.376	4.896	4.455	4.095	3.822	58.83
Precipitación	P(cm.)	0.15	0.47	0.44	1.55	19.06	15.43	11.47	11.01	15.73	15.57	3.08	0.52	94.49
Precipitación	P (Pulg.)	0.06	0.18	0.17	0.61	7.50	6.08	4.52	4.33	6.19	6.13	1.21	0.21	37.20
Coeficiente de escurimiento	C r/o	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Escurimiento	R/O (Pulg.)	0.01	0.02	0.02	0.06	0.75	0.61	0.45	0.43	0.62	0.61	0.12	0.02	3.72
Escurimiento	R/O (mm)	0.15	0.47	0.44	1.55	19.06	15.43	11.47	11.01	15.73	15.57	3.08	0.52	
Infiltración	I (Pulg.)	0.05	0.17	0.15	0.55	6.75	5.47	4.07	3.90	5.58	5.52	1.09	0.19	
Infiltración	I (mm)	1.32	4.21	3.94	13.97	171.55	138.90	103.25	99.09	141.61	140.15	27.71	4.71	

Agua disponible por almacenamiento	I - PET (Pulg.)	-3.85	-3.84	-5.10	-5.17	0.54	0.00	-1.55	-1.47	0.68	1.06	-3.00	-3.64	
Perdida de agua acumulada	ACCWL (Pulg.)	-9.43	-13.27	-18.37	-23.54	-23.00	-23.00	-24.55	-26.03	-25.35	1.06	-1.94	-5.58	
Humedad acumulado en el suelo	ST (Pulg.)	1.49	1.49	1.08	1.06	0.54	0	2.68	2.73	0.68	1.06	1.85	1.57	
Cambio de almacenam. de hum. de suelo	ΔST (Pulg.)	0.08	0.00	0.41	0.02	0.52	0.54	-2.68	-0.05	2.05	-0.38	-0.79	0.28	
Cambio de almacenam. de hum. de suelo	ΔST (mm)	2.032	0	10.414	0.508	13.1099	13.8141	-68.072	-1.27	52.0899	-9.7452	-19.9927	7.112	
Evapotranspiración actual	AET (Pulg.)	-0.03	0.17	-0.26	0.53	6.21	5.472	6.75	3.95	4.896	4.455	1.88	-0.09	33.93
Evapotranspiración actual	AET (mm)	-0.7144	4.2138	-6.4783	13.4663	157.734	138.9888	171.3263	100.36	124.3584	113.157	47.7046	2.3996	
Percolación	PERC (Pulg.)	0	0	0	0	0.03	-0.55	0	0	-1.37	1.45	0	0	-0.44
Percolación	PERC (mm)	0	0	0	0	0.7042	-13.9005	0	0	34.8378	36.7425	0	0	-11.29
Precipitación verificada	P verif.(Pulg.)	0.06	0.18	0.17	0.61	7.50	6.08	4.52	4.33	6.19	6.13	1.21	0.21	37.20
Precipitación verificada	P verif.(mm.)	1.464	4.682	4.373	15.527	190.609	154.336	114.727	110.1	157.345	155.727	30.791	5.236	944.92
<b>S=(PERC+AET+AST+R/O) - P</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>
Percolación	PERC (m)	0	0	0	0	0.000704	0.013901	0	0	0.034838	0.036743	0	0	-0.011
Percolación Periodo de lluvia	PERC (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017	0	0	0.017

**DISPOSICIÓN FINAL Y PIGARS EN EL CASCO URBANO DE LA TRINIDAD, ESTELÍ**

CAUDAL Q DE LIXIVIADOS A PRODUCIRSE EN EL RELLENO SANITARIO DE LA TRINIDAD, DURANTE EL PERIODO LLUVIOSO							
Tirante o profundidad de lixiviados/año				<b>0.017</b>			
Numero de días lluviosos (días)				<b>184</b>			
Tasa de incremento de lluvia anual (%)				<b>0.00</b>	1		
100 % + increm. De P				<b>1.00</b>			
ETAPA	AÑOS	PELICULA ANUAL	AREA EFECTIVA	VOLUMEN ANUAL	CAUDAL Mtdo.PERC	CAUDAL Mdl.PERC C	CAUDAL Mdl.PERC C
I	2012	0.017 m	1435	24.40 m <sup>3</sup>	0.13 m <sup>3</sup> /dia	1.19 m <sup>3</sup> /dia	1193.4
	2013	0.017 m	1435	24.40 m <sup>3</sup>	0.13 m <sup>3</sup> /dia		
	2014	0.017 m	2870	48.80 m <sup>3</sup>	0.27 m <sup>3</sup> /dia		
	2015	0.017 m	2870	48.80 m <sup>3</sup>	0.27 m <sup>3</sup> /dia		
	2016	0.017 m	4306	73.20 m <sup>3</sup>	0.40 m <sup>3</sup> /dia		
II	2016	0.017 m	4306	73.20 m <sup>3</sup>	0.40 m <sup>3</sup> /dia	2.78 m <sup>3</sup> /dia	2784.6
	2017	0.017 m	5741	97.59 m <sup>3</sup>	0.53 m <sup>3</sup> /dia		
	2018	0.017 m	5741	97.59 m <sup>3</sup>	0.53 m <sup>3</sup> /dia		
	2019	0.017 m	7176	121.99 m <sup>3</sup>	0.66 m <sup>3</sup> /dia		
	2020	0.017 m	7176	121.99 m <sup>3</sup>	0.66 m <sup>3</sup> /dia		
III	2021	0.017 m	8611	146.39 m <sup>3</sup>	0.80 m <sup>3</sup> /dia	4.91 m <sup>3</sup> /dia	4906.2
	2022	0.017 m	10046	170.79 m <sup>3</sup>	0.93 m <sup>3</sup> /dia		
	2023	0.017 m	10046	170.79 m <sup>3</sup>	0.93 m <sup>3</sup> /dia		
	2024	0.017 m	11482	195.19 m <sup>3</sup>	1.06 m <sup>3</sup> /dia		
	2025	0.017 m	12917	219.59 m <sup>3</sup>	1.19 m <sup>3</sup> /dia		
IV	2026	0.017 m	12917	219.59 m <sup>3</sup>	1.19 m <sup>3</sup> /dia	7.29 m <sup>3</sup> /dia	7293
	2027	0.017 m	14352	243.98 m <sup>3</sup>	1.33 m <sup>3</sup> /dia		
	2028	0.017 m	15787	268.38 m <sup>3</sup>	1.46 m <sup>3</sup> /dia		
	2029	0.017 m	17222	292.78 m <sup>3</sup>	1.59 m <sup>3</sup> /dia		
	2030	0.017 m	18658	317.18 m <sup>3</sup>	1.72 m <sup>3</sup> /dia		
	Vida útil y/o de estabilización en trópico		<b>3.50</b>	<b>años</b>	<b>Q diseño STLIX</b>	<b>16.18</b>	<b>16177</b>
	Vida útil de operación del relleno		<b>35.00</b>	<b>años</b>			
	Fcator de Tiempo de biodegradación 3.33/20		<b>0.1</b>				



**Tabla N°41.** Caudal Q De Lixiviados.

El volumen encontrado de 16.18 m<sup>3</sup> /día es utilizado como caudal de diseño de los sistemas de Tratamiento de Lixiviados.

**4.5.2.7.- DISEÑO DEL CANAL PERIMETRAL PARA EL RELLENO SANITARIO.**

Para la propuesta de diseño del canal perimetral como obra de protección al RS se calculó con el libro de canales abiertos obteniendo los siguientes resultados:

$$Q_1 = \frac{C * I * A}{3.6} \quad \text{Ec 28}$$

**Tabla N°42.** Coeficiente de Escorrentía.

El valor C resulta de la evaluación de la tabla siguiente:

TOPOGRAFIA	TIPO DE SUELO DEL SCS	VALORES DE C SEGÚN LA CUBIERTA VEGETAL	
		CULTIVO	BOSQUE
LLANA	ARCILLOSO FIRME IMPERETRABLE (D)	0.5	0.4
	ARCILLOSO-ARENOSO FIRME (C Y B)	0.4	0.3
	ARCILLOSO-ARENOSO ABIERTO (A)	0.4	0.1
ONDULADA	ARCILLOSO FIRME IMPERETRABLE (D)	0.6	0.5
	ARCILLOSO-ARENOSO FIRME (C Y B)	0.5	0.4
	ARCILLOSO-ARENOSO ABIERTO (A)	0.3	0.2
ACCIDENTADA	ARCILLOSO FIRME IMPERETRABLE (D)	0.7	0.6
	ARCILLOSO-ARENOSO FIRME (C Y B)	0.6	0.5
	ARCILLOSO-ARENOSO ABIERTO (A)	0.4	0.3

**C = 0.40**

**INTENSIDAD DE LLUVIA.**

Esta se calcula por medio de las curvas IDF

Utilizando la fórmula de Kirpich

$$t_c = 0.02 \frac{L^{0.77}}{S_m^{0.385}} \quad \text{Ec 29}$$

Donde: L= longitud del cauce principal, mts

Sm= pendiente media, mts/mts

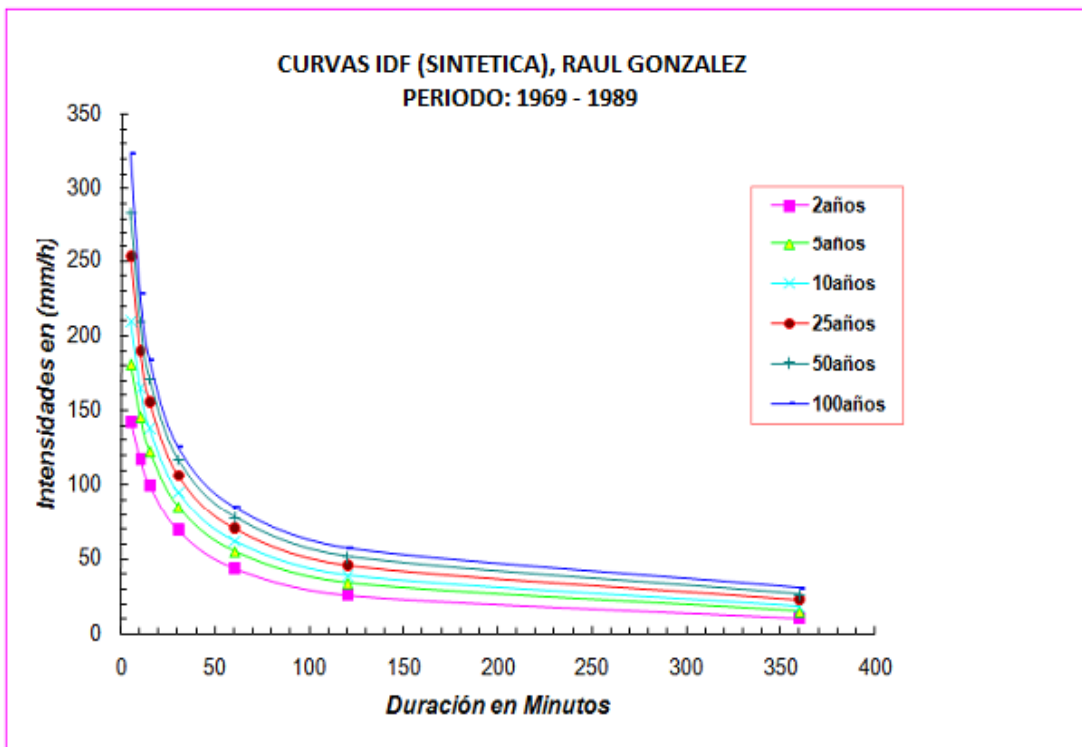
$$t_c = 0.02 \frac{(407.07)^{0.77}}{(0.35)^{0.385}} = 3.06 \approx 3 \text{ min}$$

Según estudios de la estación más cercana al municipio es la de san Isidro llamada Raúl González, procederemos a calcular la Intensidad por medio de una Extrapolación.

**Tabla N°43.** Estación Raúl González, San Isidro, Matagalpa.

DURACIÓN MIN/HORA	PERIODO DE RETORNO IDF			ESTACIÓN: RAÚL GONZÁLEZ		
	T2	T5	T10	T25	T50	T100
5/0.083	142.33	180.3	208.97	253.23	282.88	322.69
10/0.166	116.88	144.99	164.45	189.81	208.84	227.33
15/0.25	99.38	122.18	137.3	155.51	170.41	183.08
30/0.5	69.06	84.81	94.87	106.38	116.67	124.92
60/1	43.46	54.62	61.81	70.4	77.89	84.48
120/2	25.41	33.43	38.8	45.73	51.27	56.87
360/6	9.94	14.51	17.83	22.65	26.07	30.24
1440/24	2.86	4.07	5.14	6.91	8.6	10.7

**Figura N°18.** Curvas IDF, Raúl González.



**Extrapolación**

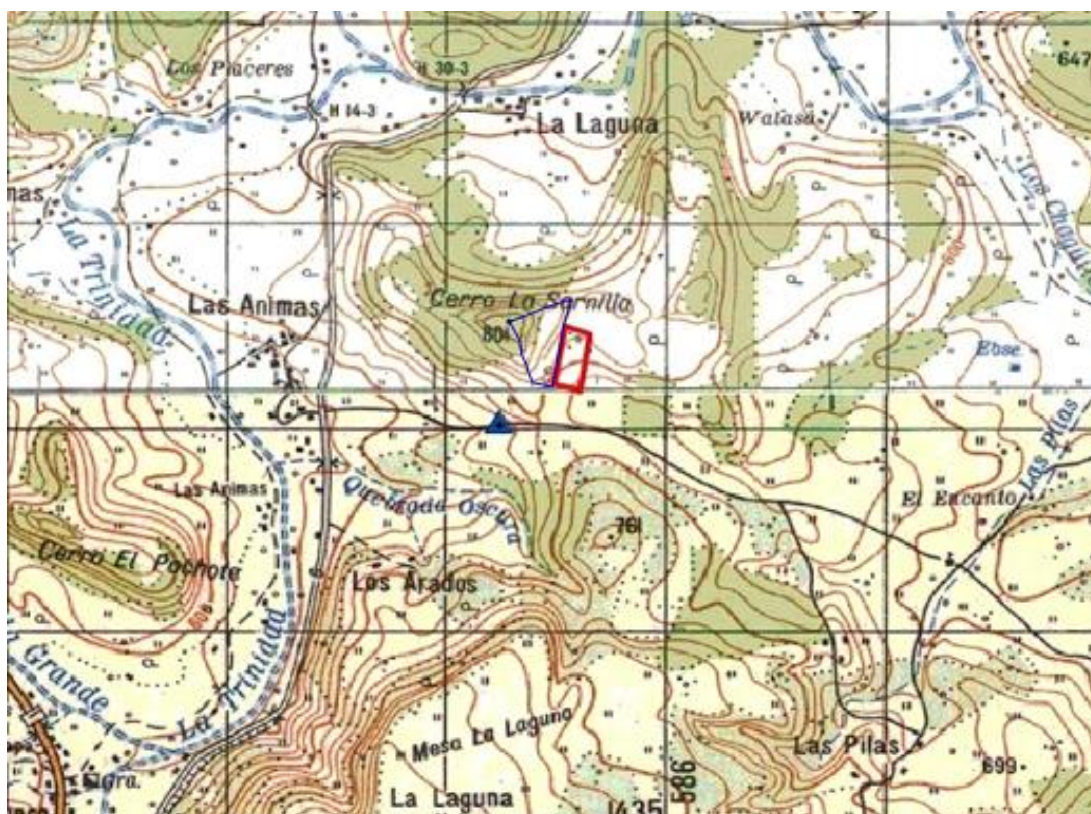
Para  $t_c = 3 \text{ min}$

$$X = 164.45 - \frac{(10 - 3)(164.45 - 208.97)}{(10 - 5)} = 226.78 \text{ mm/h Ec 30}$$

Entonces  $I = 226.78 \text{ mm/h}$

**Cálculo del área del cerro en AUTOCAD  $A_c = 0.0609 \text{ km}^2$**

**Figura N°19.** Mapa Topográfico del Sitio.



Una vez calculada el coeficiente de escurrimiento, la intensidad de lluvia y el área del cerro se procede a calcular el caudal de diseño:

$$Q = \frac{(0.40)(226.78)(0.0609)}{3.6} = 1.54 \text{ m}^3/\text{s}$$

**DISEÑO DE CANAL PERIMETRAL PARA RELLENO SANITARIO.**

Caudal 1.54 m<sup>3</sup>/s

Según ven te chow.

$$A * R^{2/3} = \frac{\eta * Q}{1.0 * \sqrt{S}} \text{ Ec 31}$$

**Tabla N°44.** Valores del Coeficiente de Rugosidad.

Tabla 5-6. Valores del coeficiente de rugosidad *n*  
(las cifras en **negritas** son los valores generalmente recomendados para el diseño)

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
<b>A. Conductos cerrados que fluyen parcialmente llenos</b>			
<b>A-1. Metal</b>			
<b>a. Latón, liso</b>	0.009	<b>0.010</b>	0.013
<b>b. Acero</b>			
1. Estriado y soldado	0.010	0.012	0.014
2. Riveteado y en espiral	0.013	0.016	0.017
<b>c. Hierro fundido</b>			
1. Recubierto	0.010	0.013	0.014
2. No recubierto	0.011	0.014	0.016
<b>d. Hierro forjado</b>			
1. Negro	0.012	0.014	0.015
2. Galvanizado	0.013	0.016	0.017
<b>e. Metal corrugado</b>			
1. Subdrenaje	0.017	0.019	0.021
2. Drenaje de aguas lluvias	0.021	<b>0.024</b>	0.030
<b>A-2. No metal</b>			
<b>a. Lucita</b>	0.008	0.009	0.010
<b>b. Vidrio</b>	0.009	<b>0.010</b>	0.013
<b>c. Cemento</b>			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
<b>d. Concreto</b>			
1. Alcantarilla, recta y libre de basuras	0.010	0.011	0.013
2. Alcantarilla con curvas, conexiones y algo de basuras	0.011	<b>0.013</b>	0.014
3. Bien terminado	0.011	0.012	0.014
4. Alcantarillado de aguas residuales, con pozos de inspección, entradas, etc., recto	0.013	0.015	0.017
5. Sin pulir, formaleta o encofrado metálico	0.012	0.013	0.014
6. Sin pulir, formaleta o encofrado en madera lisa	0.012	<b>0.014</b>	0.016
7. Sin pulir, formaleta o encofrado en madera rugosa	0.015	0.017	0.020
<b>e. Madera</b>			
1. Machihembrada	0.010	0.012	0.014
2. Laminada, tratada	0.015	0.017	0.020
<b>f. Arcilla</b>			
1. Canaleta común de baldosas	0.011	<b>0.013</b>	0.017
2. Alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
3. Alcantarilla vitrificada con pozos de inspección, entradas, etc.	0.013	0.015	0.017
4. Subdrenaje vitrificado con juntas abiertas	0.014	0.016	0.018
<b>g. Mampostería en ladrillo</b>			
1. Barnizada o lacada	0.011	0.013	0.015
2. Revestida con mortero de cemento	0.012	0.015	0.017
<b>h. Alcantarillados sanitarios recubiertos con limos y babas de aguas residuales, con curvas y conexiones</b>	0.012	0.013	0.016
<b>i. Alcantarillado con batea pavimentada, fondo liso</b>	0.016	0.019	0.020
<b>j. Mampostería de piedra, cementada</b>	0.018	0.025	0.030

Material

**Tabla del coeficiente de rugosidad en la pagina 108 en el libro de Ven Te Chow.**

Para la construcción del cauce perimetral, el tipo de material a utilizar es **mampostería de piedra cementada** seleccionando el valor normal de **n:0.025**

Radio Hidráulico  $R = \frac{A}{P} \text{ Ec 32}$

Donde:

A es el área que es igual a  $(b + zy)y$  Ec 33

Perímetro mojado que es igual a  $(b + 2y * \sqrt{1 + z^2})$  Ec 34

Con un caudal de 1.54 m<sup>3</sup>/s

$$\frac{0.025 * 1.54}{1.0 * \sqrt{0.01}} = 0.384$$

Por tanto  $A * R^{2/3} = 0.384$

$$A = (1.0 + 0.50 * 0.6090) * 0.6090$$

$$A = 0.794m^2$$

$$R = \frac{((1.0 + 0.50 * 0.6090) * 0.6090)}{1.0 + 2 * 0.6090\sqrt{1 + 0.50^2}} = 0.336m \text{ Ec 35}$$

$$AR^{2/3} = (0.794 * 0.336^{2/3}) = 0.384 \text{ Ec 36}$$

Por ende los valores a utilizar en el diseño son los evaluados es decir:

$$Z = 0.50 \text{ m/m}$$

$$Y = 0.6090 \text{ m}$$

$$B = 1.0 \text{ m}$$

#### **4.5.2.8.- DRENAJE PLUVIAL PARA TRINCHERAS O ZANJAS.**

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Método Racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6} \text{ Ec. 28}$$

**Donde:**

**Q=** Caudal en m<sup>3</sup>/s

**A=** Área aportante en Km<sup>2</sup> = **0.0014352 Km<sup>2</sup>.**

$$I = 226.78 \text{ mm/h}$$

$$C = 0.3$$

$$Q = \frac{(0.30)(226.78)(0.0014352)}{3.6} = 0.03 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### **Cálculo de cuneta Triangular calculada por Manning.**

Utilizaremos  $n=0.025$  (Mampostería de piedra, cementada)

$$\frac{0.025 * 0.03}{1.0 * \sqrt{0.006}} = 0.009$$

$$\text{Por tanto } A * R^{2/3} = 0.009$$

#### **Valores propuestos.**

$$Z = 2.0 \text{ m/m}$$

$$Y = 0.16 \text{ m}$$

#### **Área.**

$$A = ZY^2 \quad \text{Ec 37}$$

$$A = (2.0) \times (0.16)^2$$

$$A = 0.0512 \text{ m}^2$$

#### **Radio Hidráulico.**

$$R = \frac{2Y}{2\sqrt{1} + Z^2} \quad \text{Ec 38}$$

$$R = \frac{2(0.16)}{2\sqrt{1} + (2.0)^2}$$

$$R = 0.0716 \text{ m}$$

$$AR^{2/3} = (0.0512 * 0.0716^{2/3}) = 0.009$$

#### **Ancho Superficial.**

$$T = 2ZY \quad \text{Ec 39}$$

$$T = 2(2.0) \times (0.16)$$

$$T = 0.64 \text{ m}$$

**Dimensiones para el diseño de cunetas.**

$$A = 0.0512 \text{ m}^2$$

$$R = 0.0716 \text{ m}$$

$$T = 0.64 \text{ m}$$

**DISEÑO DE ALCANTARILLA PARA LIXIVIADO.**

$$Q = A * \frac{1}{\eta} * R^{2/3} * S^{1/2} \text{ Ec 40}$$

**Tabla N°45.**  $\eta$  Rugosidad de Manning para Tubería de Plástico PVC.

$$\eta = 0.009$$

Material	Coefficiente de Manning n
Asbesto cemento	0.011
Latón	0.011
Tabique	0.015
Fierro fundido (nuevo)	0.012
Concreto (cimbra metálica)	0.011
Concreto (cimbra madera)	0.015
Concreto simple	0.013
Cobre	0.011
Acero corrugado	0.022
Acero galvanizado	0.016
Acero (esmaltado)	0.010
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011
Acero (remachado)	0.019
Plomo	0.011
Plástico (PVC)	0.009
Madera (duelas)	0.012
Vidrio (laboratorio)	0.011

R → radio hidráulico que es igual a:  $\frac{D}{4}$  Ec 41

S → pendiente de la alcantarilla (m/m)

Caudal de diseño es igual a  $Q = 16.18 \text{ m}^3/\text{dia}$  por tanto  $Q = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}$

Proponiendo una pendiente del 1% y un diámetro de 8" o bien 0.2032 metros con un tirante normal menor o igual al 75% de la altura.

Tenemos como resultado:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} * \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} * S^{1/2} \quad Ec 42$$

$$Q = \frac{\pi * (0.2032)^2}{4} * \frac{1}{0.009} * \left(\frac{0.2032}{4}\right)^{2/3} * (0.01)^{1/2}$$

$$Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto el diámetro propuesto será mayor al caudal de diseño, por lo que se usara un diámetro de 8", dando un factor de seguridad para evitar que la tubería sea colmatada de lodos.

#### **4.5.2.9.- TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.**

#### **PROCEDIMIENTO SEGUIDOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA.**

#### **CALCULO 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 20 años. En este caso el caudal encontrado aceptado es 27.35 m<sup>3</sup> / día. Asumir como datos de calidad de lixiviados calculados anteriormente de los cuales, 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.

$$V1 = (0,15 * 10900) * 16177 * 07 * \frac{(1 - 5185)}{0,04} * \frac{180}{10^9} = 43.68 \text{m}^3 \text{Ec. 43}$$

$$V_u = \frac{16177}{1000} * 0.58 + 43.68 = 53.0666 \text{ m}^3 \text{Ec. 44}$$



### FILTRO ANAEROBIO.

$$V_{uf} = 1.60 * \frac{16177}{1000} * 6 = 155.30 \text{ m}^3 \text{ Ec. 45}$$

$$S = \frac{155.30}{2.00} = 77.65 \text{ Ec. 46}$$

### DIMENSIONAMIENTO DE LOS REACTORES.

H = propuesta = 1.50 mts

B = propuesto = 3.00 mts

$$b = \sqrt{53.0666 / (2 * 1.50)} = 4.205 \text{ mts Ec. 47}$$

Cumple condición pues el "b" encontrado es mayor que el propuesto.

### DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD TOTAL L DEL TANQUE SÉPTICO.

$$L = \frac{53.0666}{4.205 * 1.5} = 8.41 \text{ Ec. 48}$$

Relación entre largo l y ancho b

$$2 \leq L/b \leq 4 \text{ Ec. 49}$$

$$2 \leq 8.41/4.205 \leq 4$$

$2 \leq 2 \leq 4$  Condición Satisfecha

### LONGITUDES DE CADA CÁMARA.

- Cálculo de la 1ª cámara:  $P_c = \frac{2}{3} * 8.41 = 5.61 \text{ m Ec. 50}$
- Cálculo de la 2ª cámara:  $S_c = \frac{1}{3} * 8.41 = 2.80 \text{ m Ec. 51}$

### CÁLCULO DE ABERTURAS EN PANTALLA.

Área Transversal de la Fosa =  $1.5 * 3 = 4.5 \text{ m}^2$

Área de Orificio, para dicho caso se usa el 5% del área transversal

A orificio =  $4.5 * 0.05 = 0.225 \text{ m}^2$

Diámetro de tubo será de 6 plg

$$\text{Número de Orificios} = \frac{0.225}{0.0177} = 12.71 \text{ Ec. 40; se recomiendan 13 orificios}$$

Altura de colocación del INVERT

$$h = \frac{2}{3}H \text{ Ec. 52, con un } H = 1.90\text{m}$$

$$h = 1.3\text{m}$$

**DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS DE REACTORES DEL PRIMER PERÍODO.**

Considerando: Tamaño mínimo de partículas a remover = 0.1 mm.

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

$$\text{Velocidad de sedim.} = V = \frac{Q}{A} \text{ Ec. 53}$$

A = área vertical a recorrer

$$V = \frac{Q}{b \times h} = \frac{0.000181126 \text{ m}^3/\text{seg}}{(4.205 \times 1,50)\text{m}^2} = 0.00002872\text{m/s}$$

$$V = 0.00002872\text{m /s} < 0.0008 \text{ m/seg.}$$

Condición de velocidad de sedimentación satisfecha.

**Tabla N° 46.** Dimensiones de tanques sépticos del primer período.

Dimension de Tanque Septico del Primer Periodo				
Secciones	Largo	Ancho	Profundidad	Capacidad
Primera Camara	5.61mts	4.21mts	1.50 mts	35377.78 lts
Segunda Camara	2.80mts	4.21mts	1.50 mts	17688.89 lts

Dimension de FAFA del Primer Periodo				
Secciones	Largo	Ancho	Profundidad	Capacidad
FAFA	8.41 mts	4.21 mts	1.50 mts	53066.68 lts

Partiendo de este diseño se propone 3 tanque sépticos los cuales tienen un 50% de la capacidad total del diseñado, con el fin que al colmatarse uno de ellos los otros dos puedan trabajar eficientemente.

Las dimensiones se especifican a continuación:

<b>Dimensión de Tanque Séptico del Primer Periodo</b>				
<b>Secciones</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Capacidad</b>
Primera Camara	4.00mts	3.00mts	1.50 mts	18000.00 lts
Segunda Camara	2.00mts	3.00mts	1.50 mts	9000.00 lts
<b>Dimension de FAFA del Primer Periodo</b>				
<b>Secciones</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Capacidad</b>
FAFA	6.00mts	3.00mts	1.50 mts	27000.00 lts

Las dimensiones de largo y ancho del tanque Séptico son definitivos para el sistema constructivo. Sin embargo, la profundidad calculada (1.50m) corresponde a la altura útil o nivel de agua residual por lo que la altura total interna será  $1.50 + 0.40 = 1.90$ . Los 40 cm. adicionales se dejan como espacio donde se acumulan gases (metano, sulfuro, etc.) y natas (espumas).

## **CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **Conclusiones.**

1. Falta de indicadores gerenciales para regular la eficiencia y la toma de decisiones, con respecto al manejo integral de los desechos sólidos.
2. La alcaldía subsidia 82% del costo por la prestación del servicio de recolección, lo que indica que no es autosostenible.
3. Las rutas usadas son ineficientes debido a que éstas son improvisadas.
4. El servicio de recolección tiene una cobertura del 82% en el casco urbano dejando en evidencia las razones por las cuales existen botaderos clandestinos
5. El tipo de suelo (Limo-Arcilloso) en el sitio seleccionado es conveniente para la construcción de un relleno sanitario.
6. De acuerdo al estudio Hidrogeológico que realizó la Alcaldía municipal,

no hay posibilidades para la formación de acuíferos subterráneos, debido a que las rocas y sedimentos existentes no permiten la formación de los mismos.

7. En general, el actual manejo de los desechos sólidos del Municipio de La Trinidad, 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 cultura de aseo de la población.
8. El municipio no cuenta con una infraestructura destinada a la disposición final de los desechos sólidos.
9. La propuesta de diseño de Áreas requeridas incluyendo obras auxiliares para 20 años de vida útil dan un resultado de 3.58 Mz con su equivalente en 2.52 Ha, siendo suficiente el área disponible del vertedero actual que es de 4.65 Mz.
10. Cerca del sitio la municipalidad dispone de un banco de material suficiente para la operación del relleno sanitario.
11. La basura depositada en las trincheras en presencia de lluvia genera lixiviado que contaminaría las aguas subterráneas si éste entra en contacto.
12. La descomposición anaerobia de los desechos sólidos genera gases de efecto invernadero como el metano dentro de las trincheras.
13. El terreno en parte presenta elevaciones que no son favorables para un buen drenaje de lixiviados.
14. El relleno sanitario se encuentra al pie de una montaña la cual en periodo de lluvia genera escorrentía hacia el vertedero.
15. Debido al nivel natural del terreno el agua de escorrentía podría llegar a la trinchera, aumentando así el caudal de diseño para las unidades de tratamiento.

### **RECOMENDACIONES.**

1. Aumentar la tarifa y estipularla como servicio básico obligatorio para así subsidiar el costo del servicio de recolección.
2. Implementar las rutas de recolección diseñadas en el presente documento las cuales son eficientes en tiempo, costo y cobertura.
3. Construcción de un relleno sanitario en el cual se dispongan los

residuos sólidos generados en el casco urbano.

4. Construcción de un sistema de drenaje y tratamiento de lixiviado que evite la contaminación de fuentes de agua.
5. Construcción de chimeneas incineradoras para drenaje pasivo de los gases generados dentro de las trincheras y evitar contaminación a la capa de ozono.
6. Aumentar niveles en el relleno sanitario con el fin de generar desnivel para drenaje del percolado.
7. Construcción de un cauce perimetral el cual de salida al agua de escorrentía proveniente del cerro así como la presente en el mismo relleno sanitario
8. Construcción de cunetas perimetrales en las trincheras que eviten la infiltración en ellas.
9. Se diseñó un plan de acción integrado por 22 acciones específicas, que parten de 5 lineamientos estratégicos, comenzando con el diagnóstico situacional efectuado, se pretende mejorar las debilidades gerenciales, administrativas y técnico – operativas de la municipalidad.
10. En el primer periodo de diseño las dimensiones de los tanques sépticos para la primera cámara son:  $L= 4m$ ,  $a= 3m$  y una profundidad de  $1.5m$ ; para la segunda cámara  $L= 2m$ ,  $a= 3m$  y una profundidad de  $1.5m$ .

## **CAPÍTULO VI.- BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.**

### **6.1.- BIBLIOGRAFÍA.**

**Concejo Nacional del Ambiente (2001).** Guía Metodológica para la Formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - Guía PIGARS. CONAM. Perú.

Jaramillo, J. (1991). **Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales.** Washington D.C., EE.UU.

Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud OPS/OMS (1997). **Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Nicaragua.**

Consultado en <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/analisis/nicarag/nicara.html>.

**Manual de organización y Funciones Internas de la Alcaldía:** Manual de funciones de los cargos. La Trinidad 2004.

**Oficinas catastro Municipal** (Alcaldía municipal). [Fecha de Consulta: Abril 2012].

Documentación Técnica de La Alcaldía Municipal.

Sakurai, K. (1980) **Diseño de Las Rutas de Recolección de Residuos Sólidos.** Consultado en Mayo, 2010 en <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/disen/disen.html>.

MINSA. Censo de Población y Viviendas, 2010 (Municipal).

**Asamblea Nacional (2002). NTON 05 014-01:** Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No-Peligrosos. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.

Manual de saneamiento y protección ambiental para los municipios. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, DESA/UPMG. Fundación de protección del Medio Ambiente. MG 1995

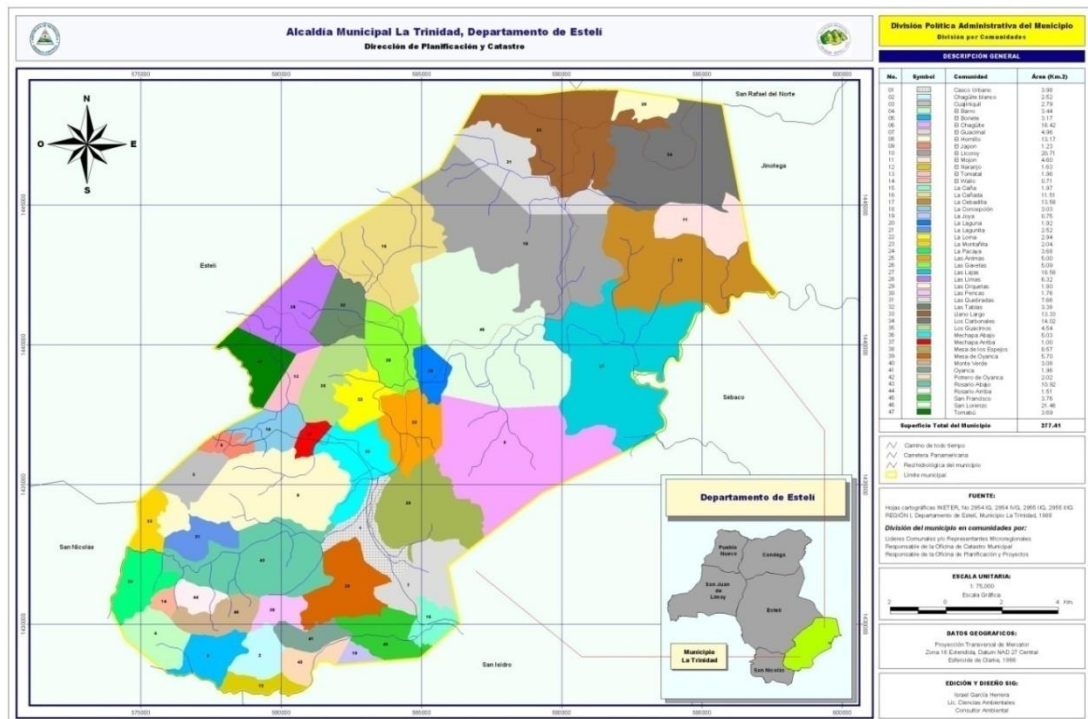
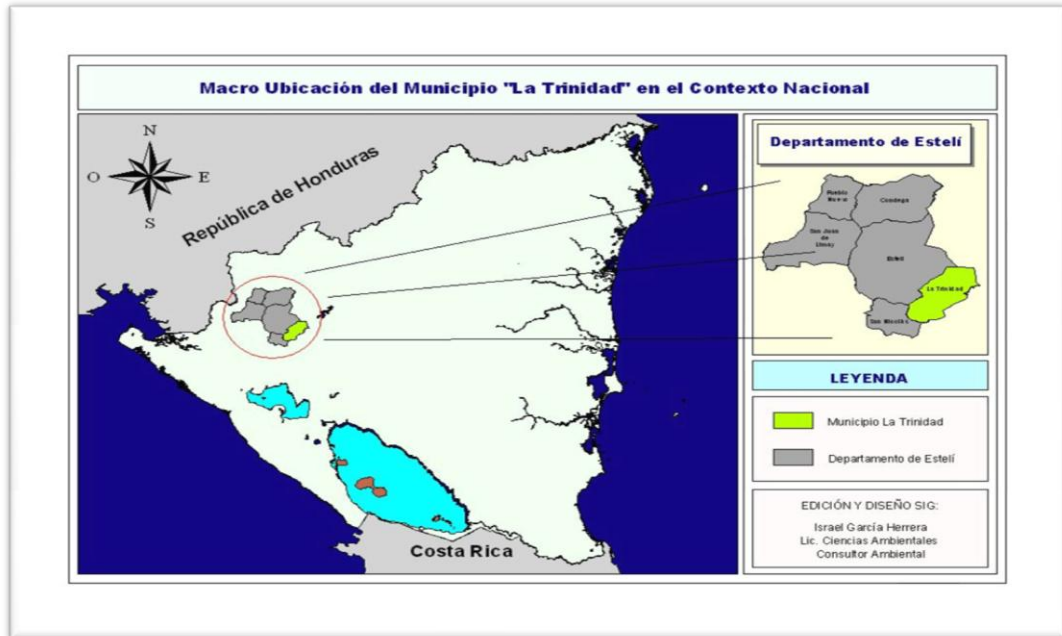
Reconocimiento Hidrogeológico en el basurero de La Trinidad. Estelí, Agosto 2012

Ingeniería Hidráulica: HCANALES Versión 3.0

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

## 6.2.- ANEXOS.

### 6.2.1.- ANEXO A.- MAPA DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE LA TRINIDAD.



**6.2.2.- ANEXO B.- DATOS DE LA POBLACIÓN MUESTREADA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE LA TRINIDAD.**

ESTRATO "A"

Nº	Nº DE VIVIENDA	NOMBRE DE PROPIETARIO	BARRIO	CÓDIGO	Nº HAB	DIRECCIÓN
1	3	GERARDO JOSE PICADO	SAN ANTONIO	3-A-1-H	6	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
2	23	LUIS MORENO	SAN JOSE	23-A-4-C	4	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
3	29	DOMINGO TORRES	SAN JOSE	29-A-4-C	3	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE



ESTRATO "B"

Nº	Nº DE VIVIENDA	NOMBRE DE PROPIETARIO	BARRIO	CÓDIGO	Nº HAB	DIRECCIÓN
1	1	NEMECIO ESCALANTE	SAN ANTONIO	1-B-1-D	5	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
2	2	MARIA GUILLEN	SAN ANTONIO	2-B-1-C	6	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
3	4	ANTENOR TORRES	SAN ANTONIO	4-B-1-D	9	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
4	5	FANNY BALTODANO	SAN ANTONIO	5-B-1-C	2	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
5	6	ERVIN RUGAMA	SAN ANTONIO	6-B-1-H	5	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
6	7	JOSE DE LA CRUZ	SAN ANTONIO	7-B-1-D	4	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
7	8	CONCEPCION MEZA TINOCO	SAN ANTONIO	8-B-1-C	4	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
8	9	MAXIMO ORTUÑO	CARIDAD	9-B-2-H	5	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
9	10	AURALILA RUIZ RIVERA	CARIDAD	10-B-2-D	3	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
10	11	JUANA BLANDON	CARIDAD	11-B-2-C	6	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
11	12	CECILIA CABALLERO	CARIDAD	12-B-2-H	4	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
12	13	JANETTH RAYOS	CARIDAD	13-B-2-D	3	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
13	14	CANDELARIO TINOCO	CARIDAD	14-B-2-C	5	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
14	18	SANTOS MATUS	P.JOACHU IN C.	18-B-3-H	3	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
15	21	ANASTACIO JIMENEZ	P.JOACHU IN C.	21-B-3-H	6	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE

16	22	REINA PICADO	P.JOAQUIN C.	22-B-3-D	5	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
17	24	ROSALPINA GARCIA	SAN JOSE	24-B-4-H	3	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
18	25	JUAN MENDOZA	SAN JOSE	25-B-4-D	4	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
19	26	JESSICA CASTILLO	SAN JOSE	26-B-4-C	8	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
20	27	SAMUEL RIZO	SAN JOSE	27-B-4-H	4	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
21	28	MARIA DEL ROSARIO	SAN JOSE	28-B-4-D	5	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
22	30	ALCIDES BALDIZON	SAN JOSE	30-B-4-H	6	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
23	31	FRANCISCO DAVILA	RAUL TINOCO	31-B-5-D	5	ALCALDIA 1 1/2C AL SUR
24	32	PEDRO BIDAL JARQUIN	RAUL TINOCO	32-B-5-C	4	IGL. BAUTISTA 1 1/2C AL NORTE
25	33	CONCEPCION MIRANDA	RAUL TINOCO	33-B-5-H	5	TEXACO 1C AL NORTE 1C AL OESTE
26	34	JUAN CARLOS CARDOZA	RAUL TINOCO	34-B-5-D	4	ALCALDIA 2C AL SUR
27	35	SIRIACA RIZO	RAUL TINOCO	35-B-5-C	9	ALCALDIA 2 1/2CC AL SUR
28	37	FLORA DAVILA	RAUL TINOCO	37-B-5-D-	3	ALCALDIA 3 C AL SUR
29	42	LUIS HORACIO SALGADO	FCO GARCIA	42-B-6-H	6	COSTADO OESTE ESCUELA DIVINO NIÑO
30	43	MARIA HERNANDEZ	FCO GARCIA	43-B-6-D	6	ESCUELA DIVINO NIÑO 1 1/2C AL SUR
31	44	ROBERTO DAVILA	FCO GARCIA	44-B-6-C	5	IGL. BAUTISTA 1 C AL NORTE

32	45	CARMEN MARIA	HECTOR MAIRENA	45-B-7-H	4	IGL. BAUTISTA 1/2C AL NORTE
33	46	GERONIMO ESCORCIA	HECTOR MAIRENA	46-B-7-D	6	IGL. BATISTA 25 VRS AL OESTE
34	48	TIRSO MAIRENA	HECTOR MAIRENA	48-B-7-H-	6	IGL. BAUTISTA 1/2C AL OESTE
35	51	JADER LOPEZ	HECTOR MAIRENA	51-B-7-H	3	IGL. BAUTISTA 1C AL OESTE
36	52	LESBIA MEDINA	FCO ALVARADO	52-B-8-D	5	IGLESIA BAUTISTA 1 AL OESTE
37	53	RAMIRO PEREZ RODRIGUES	FCO ALVARADO	53-B-8-C	3	IGLESIA BAUTISTA 1 AL OESTE 1/2 AL SUR
38	54	ROSALIA DAVILA	FCO ALVARADO	54-B-8-H	5	HOSPITAL 2 AL OESTE 2 AL NORTE
39	55	ZAYDA ALTAMIRANO	FCO ALVARADO	55-B-8-D	3	DE LACANCHA 1C AL OESTE 75 VRS AL SUR
40	57	ROSARIO REYES	FCO ALVARADO	57-B-8-H	9	HAPPY LAND 1 AL NORTE
41	58	IMELDA MORENO	FCO ALVARADO	58-B-8-D	7	HOSPITAL 300 AL SUR
42	59	SERGIO MARTINEZ	FCO ALVARADO	59-B-8-C	3	KM 138
43	60	JUAN GARCIA	FCO ALVARADO	60-B-8-H	6	FRENTE A BLANCO Y NEGRO 1/2 AL SUR
44	62	ANASTACIO MORENO	ALCIDES JIMENEZ	62-B-9-C	9	FRENTE A BLANCO Y NEGRO 1C 1/2 AL OESTE

45	63	PASTORA JOYA	ALCIDES JIMENEZ	63-B-9-H	4	FRENTE A LOS COQUITOS
46	64	AMARILIS LOPEZ	ALCIDES JIMENEZ	64-B-9-D	4	HOSPITAL 300 AL NORTE
47	65	MARIANO BLANDON	ALCIDES JIMENEZ	65-B-9-C	5	DEL JUZGADO 2C 1/2 AL SUR

ESTRATO "C"

Nº	Nº DE VIVIENDA	NOMBRE DE PROPIETARIO	BARRIO	CÓDIGO	Nº HAB	DIRECCIÓN
1	15	ROSENDO GONZALEZ	CARIDAD	15-C-2-H	4	PLAZA CARIDAD 5C CUADRAS AL OESTE
2	16	MEDARDO MORENO	P. JOAQUIN CHAMORRO	16-C-3-D	5	PLAZA CARIDAD 6C AL OESTE 1C AL NORTE 25VRS AL ESTE
3	17	ROMULO DE JESUS CRUZ DAVILA	P. JOAQUIN CHAMORRO	17-C-3-C	6	PLAZA CARIDAD 6C AL OESTE 1C AL NORTE 1/2C AL ESTE
4	19	MARIA JESUS ORTIZ	P. JOAQUIN CHAMORRO	19-C-3-D	2	PLAZA CARIDAD 6C AL OESTE 1C AL NORTE
5	20	MANUEL DE JESUS JIMENEZ	P. JOAQUIN CHAMORRO	20-C-3-C	6	PLAZA CARIDAD 6C AL OESTE 1C AL NORTE 30 VRS AL OESTE
6	36	MARTHA LILIAN BALDIVIA	RAUL TINOCO	36-C-5-H	4	IGLESIA BAUTISTA 1 AL OESTE 1/2 AL SUR
7	38	EGMA LORENTE	FCO GARCIA	38-C-6-C	6	HOSPITAL 200 VRS AL NORTE

8	39	ESPERANZA MORENO	FCO GARCIA	39-C-6-H	5	HOSPITAL 1 AL NORTE 1/2 AL OESTE
9	40	MARIA LAGUNA	FCO GARCIA	40-C-6-D	4	HOSPITAL 1/2 AL NORTE
10	41	PETRONA GONZALEZ	FCO GARCIA	41-C-6-C	4	DE LA CANCHA 1/2 AL OESTE
11	47	TEODORA MARTINEZ	HECTOR MAIRENA	47-C-7-C	7	FRENTE A BLANCO Y NEGRO
12	49	CELSO GONZALES	HECTOR MAIRENA	49-C-7-D	2	FRENTE A BLANCO Y NEGRO 1/2 AL OESTE
13	50	JUBELKY RIZO	HECTOR MAIRENA	50-C-7-C	5	DE HOSPITAL 300VRS AL SUR 1/2 AL OESTE
14	56	TEOFILO MEZA	FCO ALVARADO	56-C-8-C	12	DEL HOSPITAL 300 VRS AL NORTE
15	61	SARA DAVILA	ALCIDES JIMENEZ	61-C-9-D	4	DE TEXACO 1/2 AL SUR 1C AL ESTE

## 6.2.3. ANEXO C.– ENCUESTA Y ENTREVISTA.

### GUÍA DE ENCUESTA.

Barrio: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

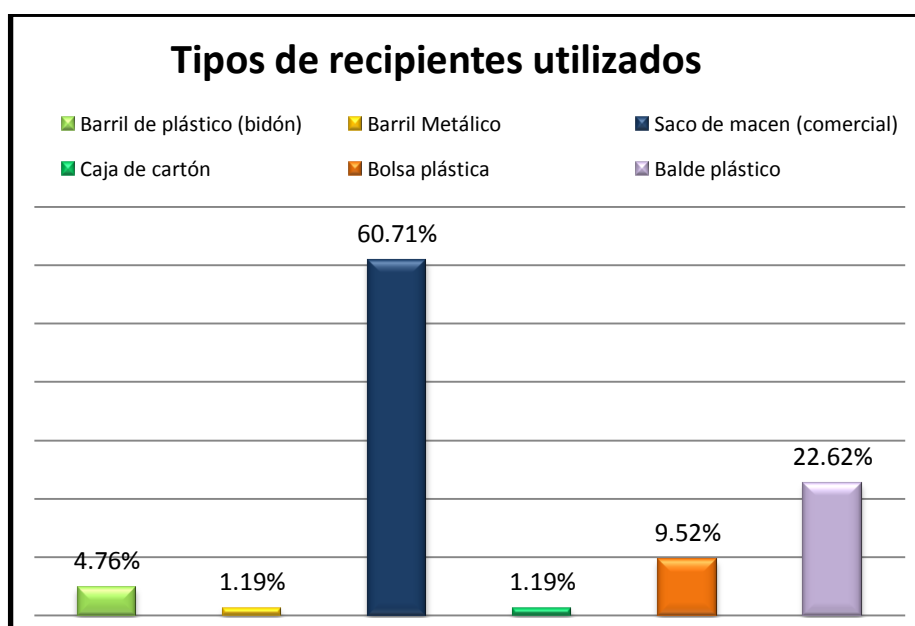
Propietario: \_\_\_\_\_

**Propósito:** La presente encuesta tiene como finalidad, conocer el punto de vista de la población respecto al servicio de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la ciudad, información que servirá de base para construir un plan integral para el manejo de los mismos en la ciudad de la Trinidad, el cual contribuirá a mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de sus habitantes.

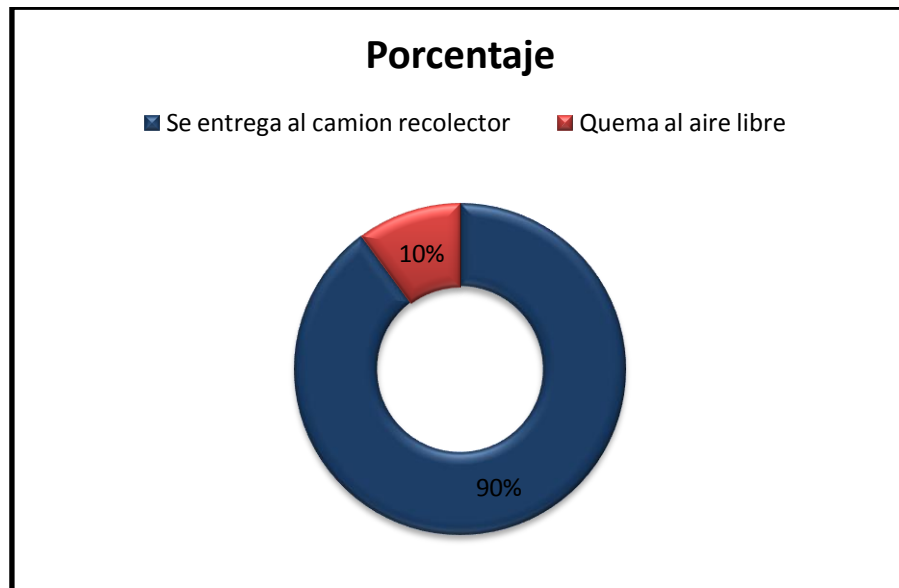
1) ¿Cuántas personas habitan de manera permanente en esta casa?

a) Cantidad: \_\_\_\_\_

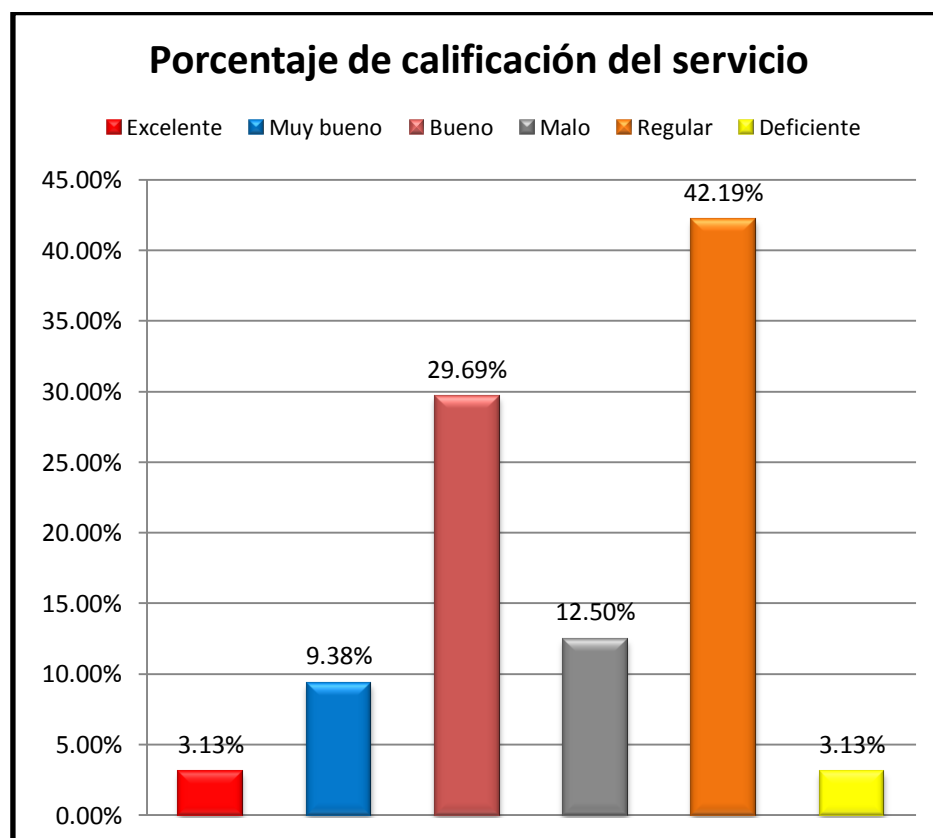
2) ¿Qué tipo de recipiente es mayormente utilizado en esta vivienda, para almacenar los desechos sólidos generados a diario?



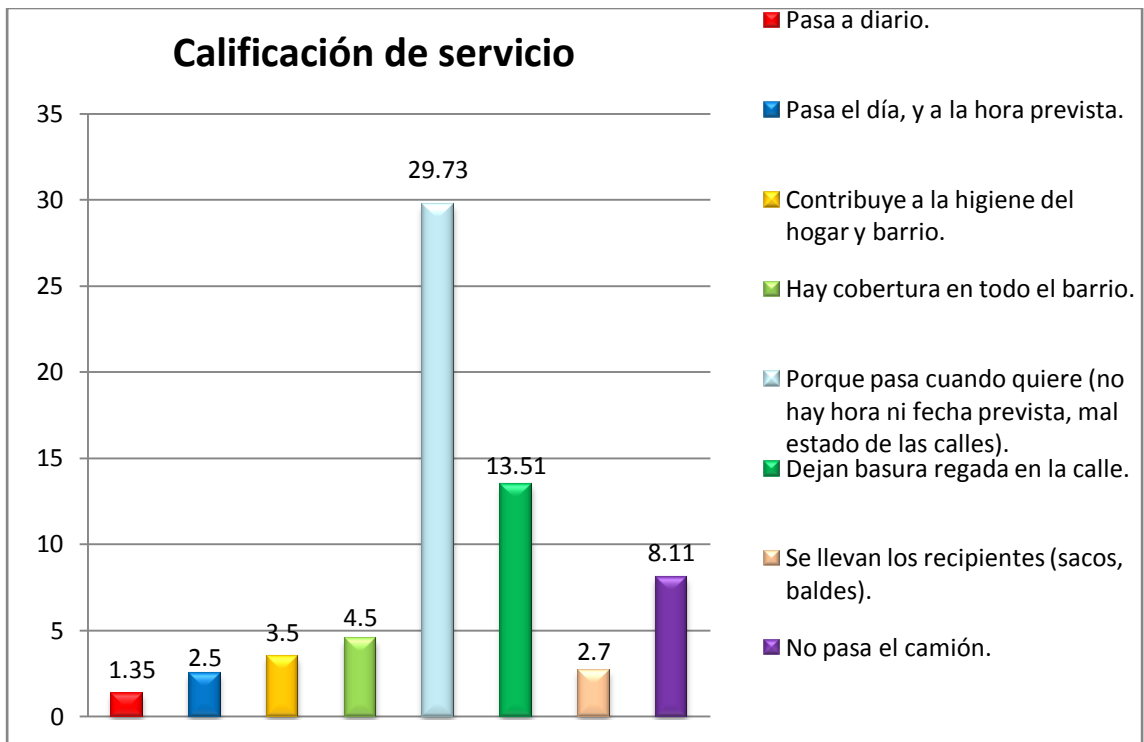
3) ¿Qué hace con los desechos sólidos que se producen en esta vivienda?



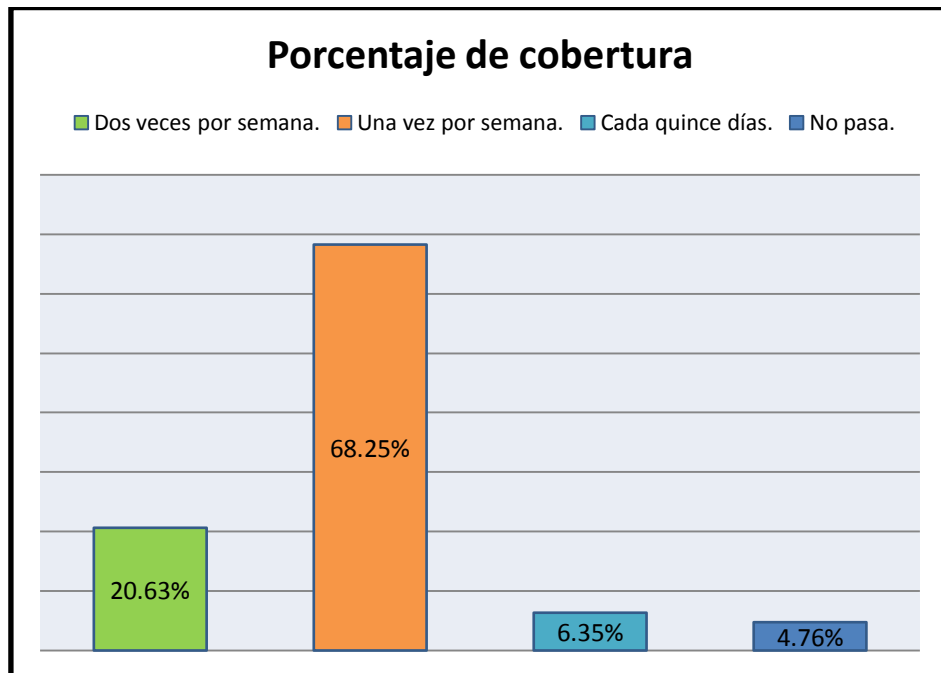
4) ¿Cómo califica el servicio de recolección de desechos sólidos que presta la municipalidad?



5) ¿Por qué califica de esa manera el servicio de recolección?



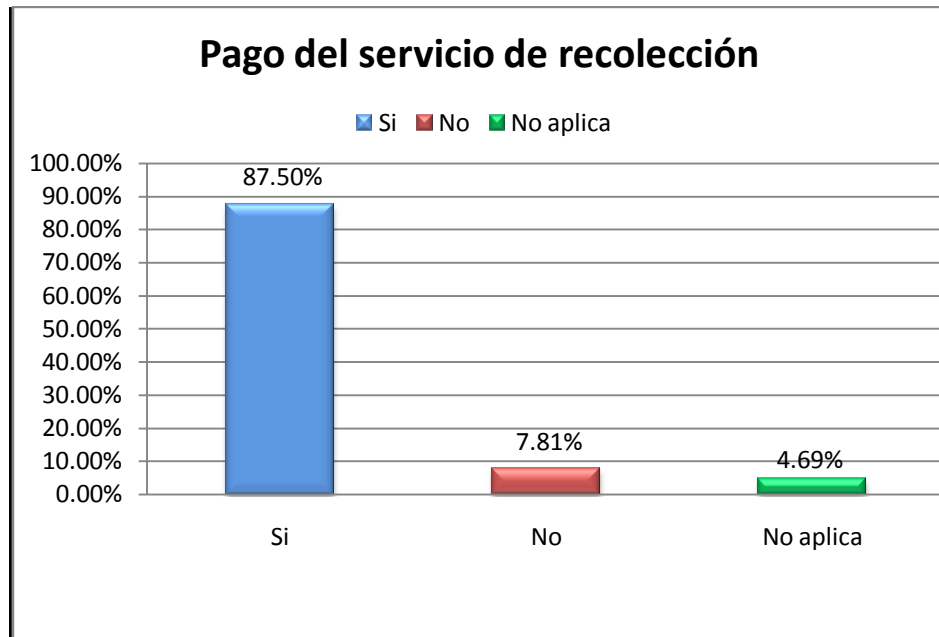
6) ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector por su calle? [Si responde al inciso e) No pasa, pasar a la pregunta No.12]



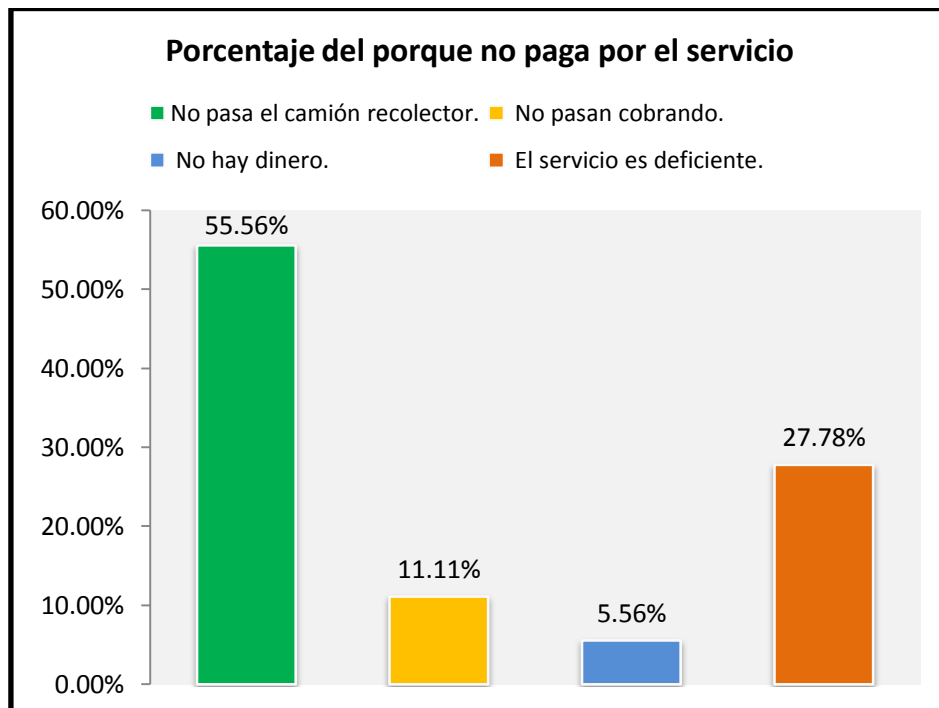


7) ¿En esta vivienda se paga por el servicio de recolección de residuos?

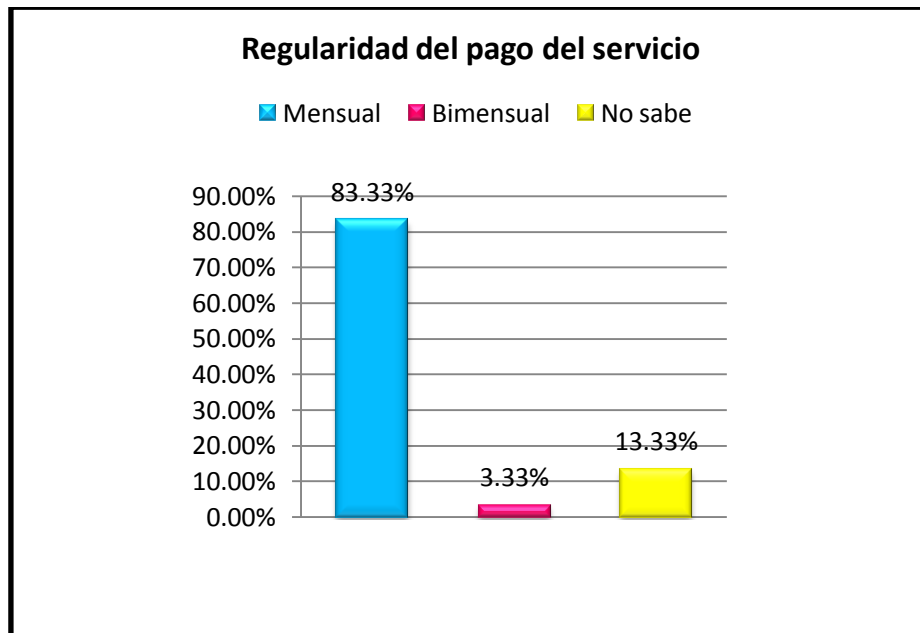
[Si responde al inciso a) Si, no contesta la pregunta No. 8, 13]



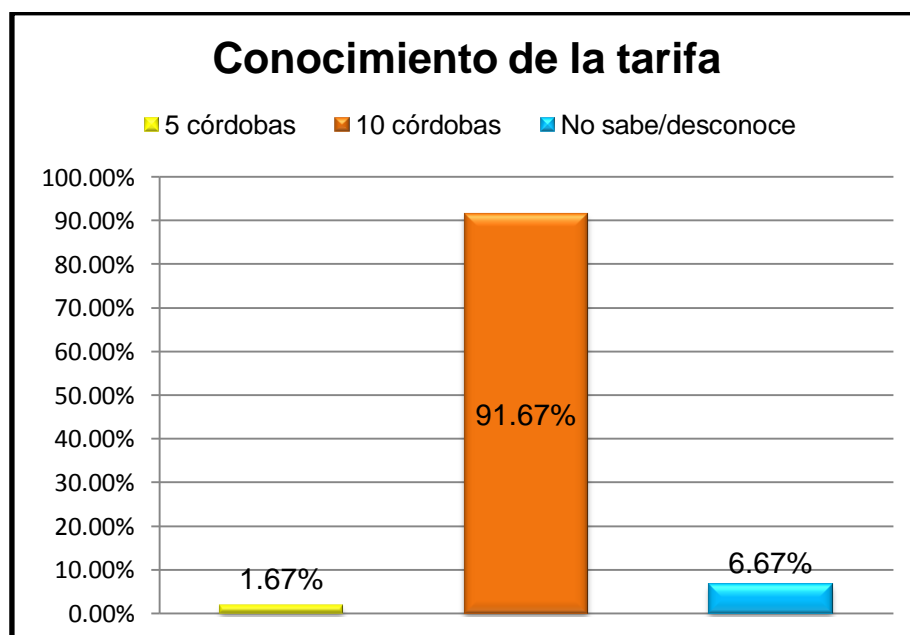
8) ¿Por qué no se paga el servicio? [Aplicar, si en la pregunta anterior respondió al inciso b) No, en caso contrario marcar la opción e) No aplica]



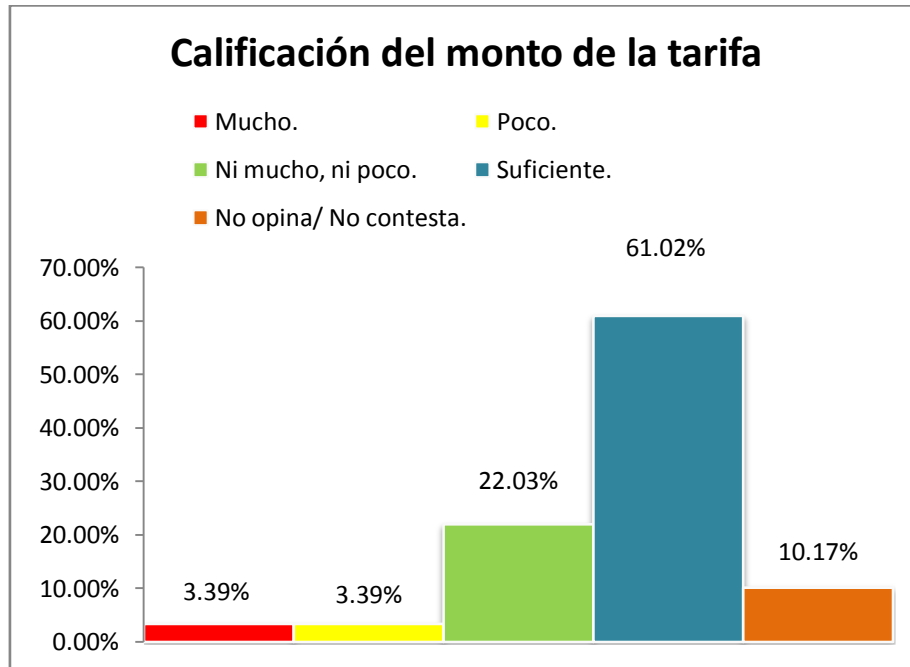
9) ¿Con qué regularidad se paga el servicio de recolección de residuos sólidos en esta vivienda? Si cae en el inciso g), especificar]



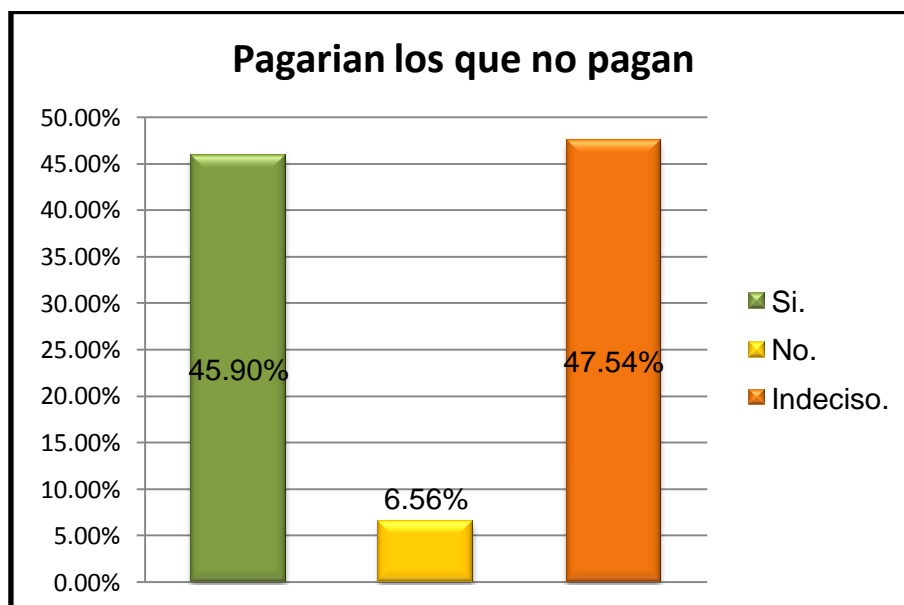
10) ¿Cuánto se paga al mes en esta vivienda por el servicio de recolección de residuos sólidos?[Si responde al inciso h) No sabe/desconoce, pasa directo a la pregunta 16]



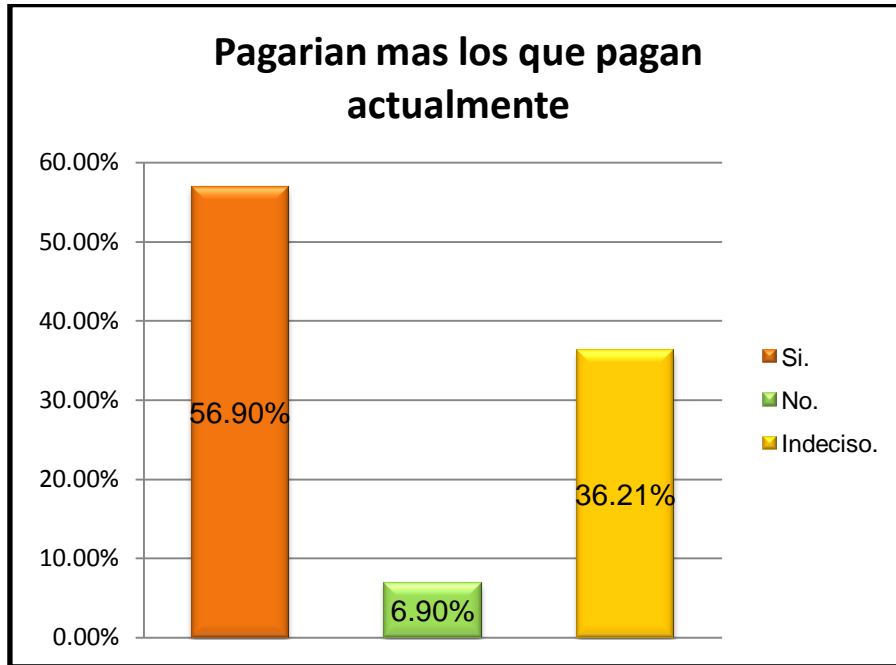
11) ¿Cómo califica el monto de la tarifa cancelada a la Alcaldía Municipal, por la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos, a esta vivienda?



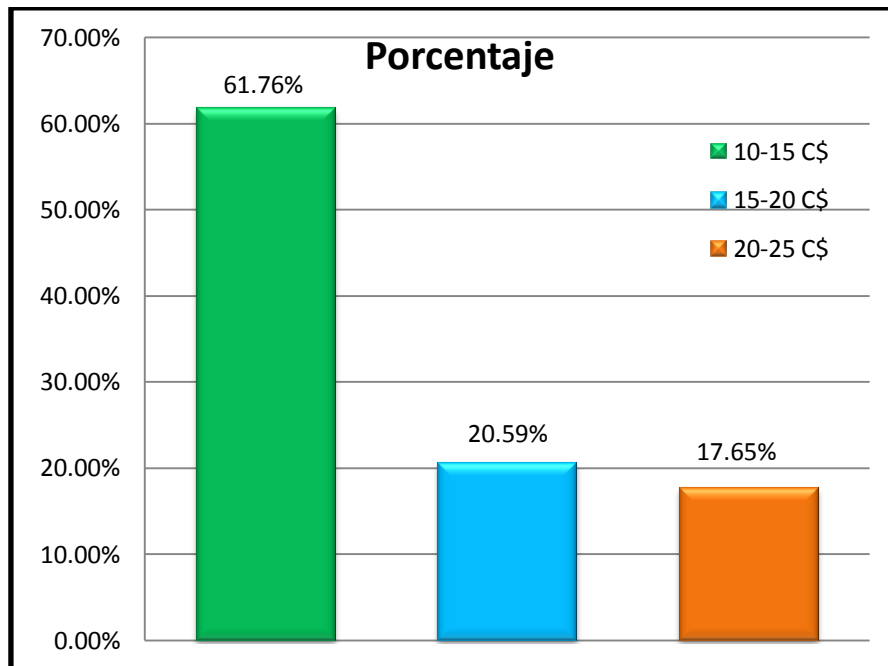
12) ¿Si no paga el servicio estaría dispuesto usted o su familia a hacerlo, si la Alcaldía se comprometiera a mejorar la calidad de éste, de manera significativa?[Aplicar esta parte de la pregunta, si en la pregunta 6) respondió al inciso e) NO PASA. Si la respuesta a esta pregunta cae en los incisos B) o C), pasar a la pregunta No. 16]



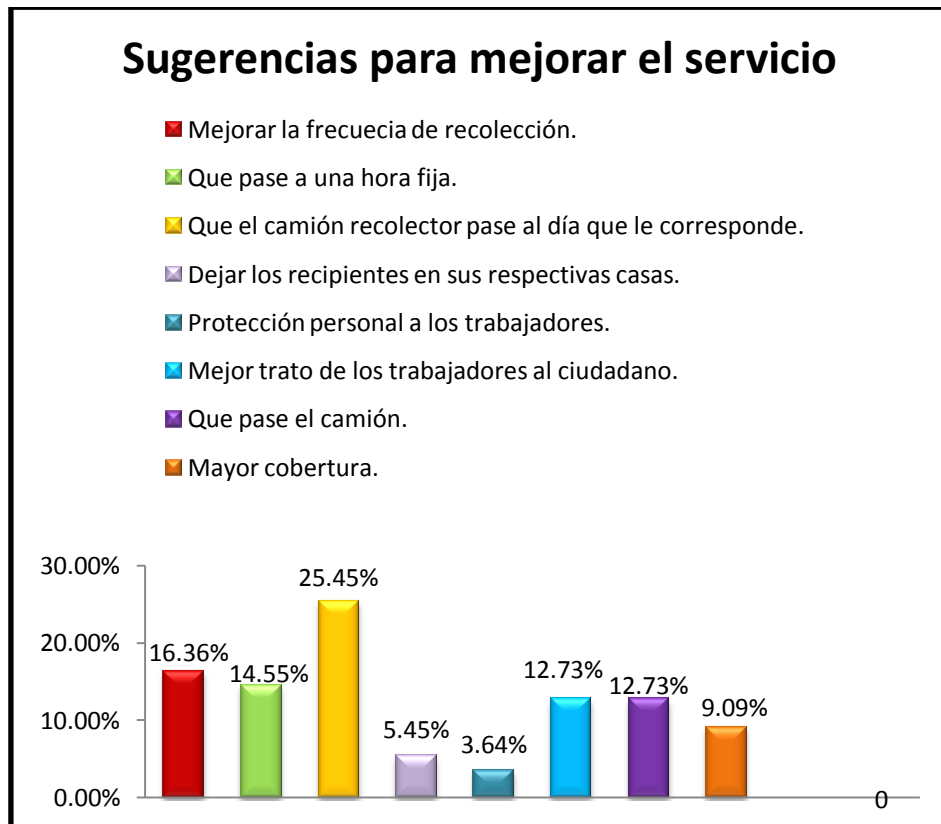
13) ¿Si actualmente paga por el servicio, estaría dispuesto usted o su familia a pagar más, si la Alcaldía se comprometiera a mejorar la calidad de éste, de manera significativa? [Si la respuesta a esta pregunta cae en los incisos B) o C), pasar a la pregunta No. 16]



14) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?



15) ¿Qué sugerencias tiene para mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos de la ciudad?



## **Guía de Entrevista: Servicio de Recolección y Limpieza Pública.**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Área en que labora:** \_\_\_\_\_ **Cargo:** \_\_\_\_\_

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

**Propósito:** El propósito de esta entrevista tiene como objetivo, recopilar información relacionada al servicio de limpieza pública, de parte de funcionarios públicos de la Alcaldía municipal.

1. ¿Cuántas personas trabajan en esta área?
2. ¿Cuántos camiones recolectores posee la alcaldía municipal para la prestación del servicio de limpieza pública?
3. ¿En qué estado se encuentran actualmente?  
a) Bueno: \_\_\_\_\_ b) Regular: \_\_\_\_\_ c) Malo: \_\_\_\_\_
4. ¿La recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad, con respecto a los sitios han cambiado? ¿Porque?
5. ¿Cuántas rutas de recolección de residuos sólidos existen actualmente en la ciudad?
6. ¿Para el diseño de las rutas de recolección, se hizo uso de planos detallados viales de la ciudad? ¿Porque?
7. ¿Cuáles son los principales problemas que plantea la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos?
8. ¿Disponen de presupuesto definido para cumplir con las funciones asignadas? ¿A cuánto asciende el monto asignado?
9. ¿Existe una tarifa establecida aprobada por el Concejo Municipal para la prestación del servicio?
10. ¿De acuerdo a las condiciones socioeconómicas de la población, la tarifa establecida del servicio público municipal, cubre los costos económicos relacionados a: Mantenimiento de equipos, pago de personal, barrido de calle?
11. En las zonas donde se presta el servicio de barrido de calles, se hace efectivo el cobro de este servicio a las viviendas beneficiadas.

**12.** ¿Cuáles son los montos en córdobas de las tarifas establecidas?

a) Sector domiciliario: \_\_\_\_\_ b) Sector comercio: \_\_\_\_\_ c) Industrias: \_\_\_\_\_

d) Institucional: \_\_\_\_\_

**13.** ¿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?

**14.** ¿Conoce específicamente las funciones del cargo que usted desempeña según el Manual de Organización y Funciones de la Municipalidad?

**15.** ¿Podría mencionar o describir al menos dos funciones relacionadas al cargo que desempeña?

**16.** ¿Las funciones que se presentan en el Manual de Organización y Funciones, contribuyen en la mejora de la calidad de prestación del servicio? (Explique).

**17.** ¿Disponen de planes contingentes (posibles situaciones) frente a eventualidades?

**18.** ¿Qué sugerencias tiene para mejorar el servicio de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la ciudad?

**6.2.4 ANEXO D.- HOJAS DE REGISTROS.**

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO A</b>								
<b>COMPONENTE</b>	<b>DIAS DE MUESTREO</b>							<b>PESO DE CADA COMPONENTE</b>
	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>	<b>7º</b>	
<b>RESTOS DE COMIDA</b>	<i>4.50 Kg</i>	<i>3.50 Kg</i>	<i>4.50 Kg</i>	<i>2.50 Kg</i>	<i>3.00 Kg</i>	<i>0.40 Kg</i>	<i>2.25 Kg</i>	20.65 Kg
<b>PESO CARTON</b>	<i>0.90 Kg</i>	<i>0.25 Kg</i>	<i>1.50 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.15 Kg</i>	<i>0.25 Kg</i>	<i>0.17 Kg</i>	3.32 Kg
<b>PESO PLASTICO PBD</b>	<i>0.75 Kg</i>	<i>0.60 Kg</i>	<i>1.50 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.20 Kg</i>	<i>0.50 Kg</i>	<i>0.15 Kg</i>	3.80 Kg
<b>PESO TEXTIL</b>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.25 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	0.35 Kg
<b>PESO PAPEL</b>	<i>0.75 Kg</i>	<i>0.50 Kg</i>	<i>0.50 Kg</i>	<i>0.50 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.70 Kg</i>	<i>0.15 Kg</i>	3.20 Kg
<b>PLASTICO PAD</b>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.40 Kg</i>	<i>0.50 Kg</i>	<i>0.75 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.20 Kg</i>	<i>0.15 Kg</i>	2.10 Kg
<b>LATA</b>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.10 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	0.10 Kg
<b>VIDRIO</b>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	0.5	<i>0.15 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	0.65 Kg
<b>OTROS</b>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	<i>0.00 Kg</i>	0.00 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>6.90 Kg</b>	<b>5.50 Kg</b>	<b>8.50 Kg</b>	<b>4.55 Kg</b>	<b>3.80 Kg</b>	<b>2.05 Kg</b>	<b>2.87 Kg</b>	<b>34.17 Kg</b>



CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO B								
COMPONENTE	DIAS DE MUESTREO							PESO DE CADA COMPONENTE
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
<b>RESTOS DE COMIDA</b>	17.50 Kg	16.00 Kg	9.00 Kg	7.50 Kg	8.00 Kg	7.00 Kg	12.50 Kg	77.50 Kg
<b>PESO CARTON</b>	0.50 Kg	0.15 Kg	0.50 Kg	0.25 Kg	0.10 Kg	0.35 Kg	0.20 Kg	2.05 Kg
<b>PESO PLASTICO PBD</b>	1.50 Kg	2.50 Kg	1.00 Kg	0.50 Kg	0.90 Kg	1.00 Kg	1.50 Kg	8.90 Kg
<b>PESO TEXTIL</b>	0.50 Kg	1.00 Kg	0.25 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg	0.85 Kg	0.00 Kg	2.80 Kg
<b>PESO PAPEL</b>	0.50 Kg	1.00 Kg	1.00 Kg	0.25 Kg	0.60 Kg	1.00 Kg	1.20 Kg	5.55 Kg
<b>PLASTICO PAD</b>	1.00 Kg	1.00 Kg	0.50 Kg	0.00 Kg	0.10 Kg	0.90 Kg	1.50 Kg	5.00 Kg
<b>LATA</b>	0.00 Kg	0.00 Kg	0.50 Kg	0.0 Kg	0.0 Kg	0.30 Kg	0.00 Kg	0.80 Kg
<b>VIDRIO</b>	0.00 Kg	0.85 Kg	0.5	0.1 Kg	0.0 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	1.45 Kg
<b>OTROS</b>	0.50 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.0 Kg	0.0 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.50 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>22.00 Kg</b>	<b>22.50 Kg</b>	<b>13.25 Kg</b>	<b>8.70 Kg</b>	<b>9.80 Kg</b>	<b>11.40 Kg</b>	<b>16.90 Kg</b>	<b>104.55 Kg</b>

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO C								
COMPONENTE	DIAS DE MUESTREO							PESO DE CADA COMPONENTE
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
<b>RESTOS DE COMIDA</b>	2.50 Kg	7.50 Kg	9.00 Kg	3.00 Kg	2.50 Kg	7.00 Kg	4.50 Kg	36.00 Kg
<b>PESO CARTON</b>	0.30 Kg	0.00 Kg	1.00 Kg	0.10 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.75 Kg	2.15 Kg
<b>PESO PLASTICO PBD</b>	0.75 Kg	0.75 Kg	1.50 Kg	0.10 Kg	0.40 Kg	1.50 Kg	0.25 Kg	5.25 Kg
<b>PESO TEXTIL</b>	0.00 Kg	0.00 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg	1.50 Kg	1.50 Kg	0.25 Kg	3.45 Kg
<b>PESO PAPEL</b>	0.25 Kg	0.50 Kg	0.75 Kg	0.25 Kg	0.30 Kg	1.50 Kg	0.30 Kg	3.85 Kg
<b>PLASTICO PAD</b>	0.50 Kg	0.50 Kg	0.75 Kg	0.50 Kg	0.10 Kg	0.50 Kg	0.25 Kg	3.10 Kg
<b>LATA</b>	0.00 Kg	0.25 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.25 Kg
<b>VIDRIO</b>	0.00 Kg	0.00 Kg	1.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	1.00 Kg
<b>OTROS</b>	1.25 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.15 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg	1.40 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>5.55 Kg</b>	<b>9.50 Kg</b>	<b>14.10 Kg</b>	<b>4.20 Kg</b>	<b>4.80 Kg</b>	<b>12.00 Kg</b>	<b>6.30 Kg</b>	<b>56.45 Kg</b>

**Densidad por día así como su promedio por estrato.**

DENSIDAD (Kg/ M <sup>3</sup> )								
Estrato\Días	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	PROMEDIO
Estrato A	126.41	233.93	106.57	148.42	146.39	56.66	133.20	135.94
Estrato B	259.60	293.83	256.28	259.32	266.03	238.48	274.55	264.01
Estrato C	166.35	260.50	216.57	201.18	188.11	184.32	223.08	205.73
PROMEDIO	184.12	262.75	193.14	202.97	200.18	159.82	210.28	201.89

**6.2.5.- ANEXO E.- DISEÑO EN AUTOCAD MAPA DE BARRIOS DE LA CIUDAD Y RUTAS DE RECOLECCIÓN**

**6.2.6.- ANEXO F.- PLANOS TOPOGRÁFICOS.**

### 6.2.7.- ANEXO G.- DATOS METEOROLÓGICOS.

INSTITUTOS NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
INETER  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

ESTACIÓN: SAN ISIDRO / MATAGALPA

Latitud: 12° 54' 48" N

Parámetro Meteorológico Brillo Solar

AÑOS	MESES												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2001	7.9	7.9	9.5	9.6	5.9	6.5	6.8	5.8	6.3	6.1	7.5	7.6	77.9
2002	8	8.2	9.7	9	6.5	6.4	4.1	5.3	6.4	6.6	6.6	6.6	83.4
2003	7.5	8	8.9	6.5	4.9	4.3	5.5	7.1	7.5	6.5	6.4	8.5	77.3
2004	8.1	8.4	7.3	8.8	5.4	5.1	6.6	6.4	7.2	7.1	6.7	7.9	85
2005	8.6	9.4	8.4	7	5.9	5.7	6.2	6.3	5.8	4.1	5.5	7.2	80.1
2006	7.3	8.3	9.3	8.5	8.1	5.7	5.3	6.3	7.5	6.7	7.2	6.7	86.9
2007	8.1	9.6	8.7	7.2	6.2	6.2	5.2	6.2	6	5.1	6.8	8.1	83.4
2008	7.2	8.5	9.2	8.9	6.4	5.2	4.8	6.5	5.7	4.4	7	7.8	81.6
2009	8.2	9.1	8.9	9	7.2	6.2	5.6	7.3	7.4	6.9	6.5	7.8	90.1
2010	8.8	8.3	9.3	7	5.5	5.2	5	6	5.6	7.1	7.3	8.8	83.9
2011	8	9.3	9	8.9	6.9	5.4	6.4	6.6	6.4	4.9	8.2	6.7	86.7
SUMA	87.7	95	98.2	90.4	68.9	61.9	61.5	69.8	71.8	65.5	75.7	83.7	916.3
MEDIA	7.97	8.64	8.93	8.22	6.26	5.63	5.59	6.35	6.53	5.95	6.88	7.61	83.30
MAXIMO	8.8	9.6	9.7	9.6	8.1	6.5	6.8	7.3	7.5	7.1	8.2	8.8	90.1
MINIMO	7.2	7.9	7.3	6.5	4.9	4.3	4.1	5.3	5.6	4.1	5.5	6.6	77.3

INSTITUTOS NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
INETER  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

ESTACIÓN: SAN ISIDRO / MATAGALPA

Latitud: 12° 54' 48" N

Parámetro Meteorológico Precipitación

AÑOS	MESES												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2001	0.1	0.1	6.2	0	260.1	77.4	39.2	57.7	107.7	102.3	9.7	1.1	661.6
2002	0.9	1.3	0.7	5	175.9	182.6	72.5	27.2	134.3	110.5	15.9	0.8	722.6
2003	0.7	0.1	18	0	129.3	231.4	43.7	38.4	134.5	159.7	46.1	0.5	802.4
2004	0.4	0.3	0.7	12.5	86.1	58.7	125.3	95.2	167.9	57.1	14	0.2	618.4
2005	1.8	10	1.9	4.6	175	252	134.6	127.1	129.9	148.2	9.1	4.4	998.6
2006	2.5	0.4	0	4.8	74.4	157.3	63.2	40.9	126.5	112.8	83.7	11.5	678
2007	0.5	9.2	7.7	14.9	115.8	78.5	39.4	194	186.8	304.6	54.6	13.5	1019.5
2008	5.5	0.8	0.5	5.5	276.9	147.6	213.1	131	174.4	317.1	8.1	0.9	1281.4
2009	2.5	0.9	0.7	0	161.4	189.7	59	32	40.8	61.2	70.7	22.6	641.5
2010	1.2	28.4	11.7	115.3	425.8	198.4	257.7	361	338	86.1	19.2	0.2	1843
2011	0	0	0	8.2	216	124.1	214.3	106.6	190	253.4	7.60	1.9	1122.1
SUMA	16.1	51.5	48.1	170.8	2096.7	1697.7	1262	1211.1	1730.8	1713	338.7	57.6	10389.1
MEDIA	1.46	4.68	4.37	15.53	190.61	154.34	114.73	110.10	157.35	155.73	30.79	5.24	944.46
MAXIMO	5.5	28.4	18	115.3	425.8	252	257.7	361	338	317.1	83.7	22.6	1843
MINIMO	0	0	0	0	74.4	58.7	39.2	27.2	40.8	57.1	7.6	0.2	618.4

INSTITUTOS NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
 INETER  
 DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
 RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

ESTACIÓN: SAN ISIDRO / MATAGALPA

Latitud: 12° 54' 48" N

Parámetro Meteorológico Humedad Relativa

AÑOS	MESES												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2001	65	66	66	60	69	76	75	75	81	82	74	70	803.5
2002	66	64	62	62	71	84	81	75	82	82	76	75	880
2003	69	68	67	66	69	85	78	76	80	84	81	68	891
2004	67	66	62	63	72	74	78	76	82	82	72	66	860
2005	62	64	65	63	75	86	83	82	83	88	79	72	902
2006	68	65	60	61	70	80	78	75	79	83	76	72	867
2007	64	63	62	69	74	80	75	82	83	88	76	74	890
2008	70	70	68	65	72	80	82	81	84	87	74	66	899
2009	68	64	61	60	73	81	71	61	74	76	77	72	838
2010	67	73	67	72	82	85	86	86	88	81	75	69	931
2011	69	66	60	62	75	84	84	82	85	87	74	69	897
SUMA	735	729	700	703	802	895	871	851	901	920	834	773	9658.5
MEDIA	66.82	66.27	63.64	63.91	72.91	81.36	79.18	77.36	81.91	83.64	75.82	70.27	878.05
MAXIMO	70	73	68	72	82	86	86	86	88	88	81	75	931
MINIMO	62	63	60	60	69	74	71	61	74	76	72	66	803.5



INSTITUTOS NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
INETER  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

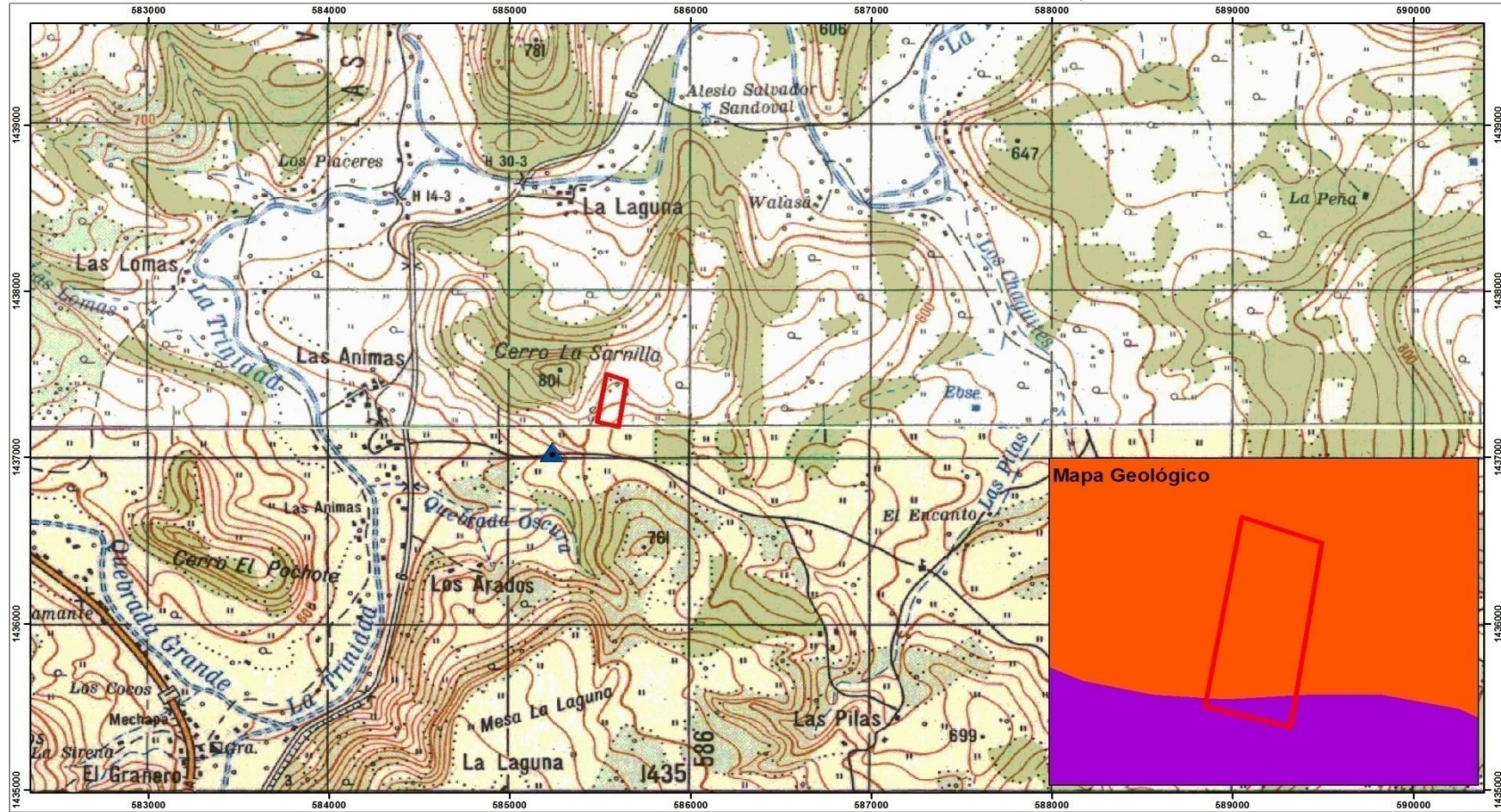
ESTACIÓN: SAN ISIDRO / MATAGALPA

Latitud: 12° 54' 48" N

Parámetro Meteorológico Temperatura

AÑOS	MESES												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2001	24	24.6	25.2	26.9	26.9	25.5	25.6	26.2	24.9	25.3	25.3	23.7	304.1
2002	25	25.5	26.2	27	27	25.9	25.6	26.4	25.6	25.2	25	25	309.4
2003	25	25.6	26.4	27.6	27.7	25.4	25.8	25.6	25.5	25.2	24.8	24.7	309.3
2004	24.3	24.9	26.1	26.9	26.4	26.1	25.1	25.8	25.3	25.3	25.1	25	306.3
2005	24.6	25	27.6	28	27	25.9	25.6	25.7	25.6	24.4	24.7	24.9	309
2006	24.5	24.5	25.5	26.7	26.7	25.4	25.7	26.1	25.4	25.6	24.4	25	305.5
2007	24.9	24.8	26.3	27.2	26.9	25.6	25.7	25	24.8	23.9	24.2	23.8	303.1
2008	23.7	24.1	25	26.1	25.9	25	24.3	24.7	24.9	24	24	24.4	296.1
2009	24.2	24.3	24.7	26.8	26	25.3	25.4	26.1	26.1	25.6	24.7	24.6	303.8
2010	24.1	25.4	26	26.7	25.3	24.8	24.8	24.6	24.2	24.7	23.6	23.7	297.9
2011	24	24.7	25.1	26.5	26.1	25	24.7	25	24.4	23.5	24.3	24.4	297.7
SUMA	268.3	273.4	284.1	296.4	291.9	279.9	278.3	281.2	276.7	272.7	270.1	269.2	3342.20
MEDIA	24.39	24.85	25.83	26.95	26.54	25.45	25.30	25.56	25.15	24.79	24.55	24.47	303.84
MAXIMO	25	25.6	27.6	28	27.7	26.1	25.8	26.4	26.1	25.6	25.3	25	309.40
MINIMO	23.7	24.1	24.7	26.1	25.3	24.8	24.3	24.6	24.2	23.5	23.6	23.7	296.10

## LOCALIZACION RELLENO SANITARIO LA TRINIDAD, ESTELI



**Legenda:**

- Ojo de agua
- Area del relleno sanitario
- Basalto y Andesita
- Ingnimbrita Dacítica y Toba

Edición SIG: Hermógenes Fuentes



**6.2.10.- ANEXO J.- VOLÚMENES DE TRINCHERA.**

<b>AÑOS</b>	<b>POB</b>	<b>PPC</b>	<b>DES_SOL_GENER</b>	<b>COBER</b>	<b>DES_SOL_RECOL</b>	<b>VOL SUELTO</b>	<b>VOL COMPACTO</b>	<b>VOL_TRINC_DIARIO</b>	<b>VOL_ANUAL</b>	<b>Nº_TRINCH_OCUPA</b>	<b>AREA_OCUPADA</b>
2012	8268	0.590	4878.12 Kg	82%	4000.06 Kg	19.813	7.273	8.727	3185.50	0.40	1435.20
2013	8444	0.596	5031.84 Kg	83%	4172.78 Kg	20.669	7.587	9.104	3323.05	0.81	1435.20
2014	8624	0.602	5190.41 Kg	84%	4352.41 Kg	21.558	7.913	9.496	3466.10	1.24	2870.40
2015	8808	0.608	5353.98 Kg	85%	4539.22 Kg	22.484	8.253	9.904	3614.87	1.69	2870.40
2016	8995	0.614	5522.70 Kg	86%	4733.48 Kg	23.446	8.606	10.328	3769.57	2.16	4305.60
2017	9187	0.620	5696.73 Kg	87%	4935.47 Kg	24.446	8.974	10.768	3930.43	2.65	4305.60
2018	9383	0.626	5876.26 Kg	88%	5145.50 Kg	25.487	9.355	11.227	4097.69	3.16	5740.80
2019	9582	0.633	6061.43 Kg	88%	5363.86 Kg	26.568	9.752	11.703	4271.58	3.69	5740.80
2020	9786	0.639	6252.45 Kg	89%	5590.87 Kg	27.693	10.165	12.198	4452.37	4.24	7176.00
2021	9995	0.645	6449.48 Kg	90%	5826.87 Kg	28.862	10.594	12.713	4640.31	4.82	7176.00
2022	10208	0.652	6652.72 Kg	91%	6072.19 Kg	30.077	11.040	13.248	4835.67	5.42	8611.20
2023	10425	0.658	6862.37 Kg	92%	6327.18 Kg	31.340	11.504	13.805	5038.74	6.04	10046.40
2024	10647	0.665	7078.63 Kg	93%	6592.21 Kg	32.652	11.986	14.383	5249.80	6.70	10046.40
2025	10874	0.671	7301.69 Kg	94%	6867.67 Kg	34.017	12.487	14.984	5469.16	7.38	11481.60
2026	11106	0.678	7531.79 Kg	95%	7153.93 Kg	35.435	13.007	15.609	5697.13	8.08	12916.80
2027	11342	0.685	7769.14 Kg	96%	7451.42 Kg	36.908	13.548	16.258	5934.04	8.82	12916.80
2028	11584	0.692	8013.97 Kg	97%	7760.56 Kg	38.440	14.110	16.932	6180.23	9.59	14352.00
2029	11831	0.699	8266.52 Kg	98%	8081.78 Kg	40.031	14.694	17.633	6436.04	10.39	15787.20
2030	12083	0.706	8527.02 Kg	99%	8415.54 Kg	41.684	15.301	18.361	6701.83	11.22	17222.40
2031	12340	0.713	8795.73 Kg	100%	8762.31 Kg	43.401	15.931	19.118	6977.98	12.09	18657.60

### **6.2.11.- ANEXO K.- 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.

**Aerobio:** Relativo a la vida o a procesos que pueden ocurrir únicamente en presencia de oxígeno.

**Anaerobio:** Relativo a la ausencia de oxígeno libre. Requerimiento de ausencia de aire o de oxígeno para la degradación de la materia orgánica.

**Barrido y limpieza:** Es el conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado.

**Basura:** Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor.

**Carga orgánica:** Cantidad de materia orgánica generalmente medida como DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días).

**Celda:** Con formación geométrica que se les da a los RSM y al material de cubierta debidamente compactado mediante equipo mecánico o por los trabajadores de un relleno sanitario.

**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.

**Densidad:** Masa o cantidad de materia de un determinado RSM contenida en una unidad de volumen.

**Diseño:** Trazo o delineación de una obra o figura. Se aplica el termino al proyecto básico de la obra.

**Estratificación Socioeconómica:** Clasificación de los inmuebles residenciales de un municipio que se hace de conformidad con los factores y procedimientos que determina la ley.

**Impacto Ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**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.

**Material de Cobertura:** Capa superficial de tierra en cada celda que tiene como finalidad aislar los residuos del ambiente externo, controlar infiltraciones y la presencia de fauna nociva.

**Monitoreo:** Examen periódico de los niveles de contaminación para cumplir con la normatividad o para evaluar la efectividad de un control.

**Nivel Freático:** Profundidad a la que se encuentran las aguas freáticas.

**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).

**Pendiente:** Inclinación que tiene un terreno o cualquier elemento tomando como base la relación entre la longitud horizontal y la vertical.

**Permeabilidad:** Es la capacidad del suelo para conducir o transportar un fluido cuando se encuentra bajo un gradiente.

**Protección:** Conjunto de políticas y medidas para prevenir y controlar el deterioro del ambiente así como para procurar su mejoramiento.

**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.

**Reúso:** 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.

**Residuo Sólido Doméstico:** El que por naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado por las actividades realizadas en viviendas o en cualquier otro establecimiento con características similares.

**Segregación:** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.

**Subsidio:** Diferencia entre lo que se paga por un bien o servicio y el costo de éste cuando tal costo es mayor que el pago que se recibe.

**Tratamiento:** Proceso de transformación físico, químico o biológico de los RSM con el fin de obtener beneficios sanitarios y de reducir sus efectos nocivos en el hombre y el ambiente.