



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“ESTUDIOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO  
SANITARIO INTERMUNICIPAL, ACAJETE-AMAZOC-  
TEPATLAXCO DE HIDALGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**JUAN HERNÁNDEZ REYES**

**ASESOR:**

**M.C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS**



**MÉXICO, D.F.**

**2004.**

**"La posibilidad de realizar un sueño es lo que hace que la vida sea interesante."**  
Paulo Coelho

**A Dios:**

Por permitirme realizar este logro.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México**

Por la educación que me ha brindado.

**A mis Maestros:**

Como prueba de mi agradecimiento,  
por el gran interés que siempre han demostrado en mi  
formación y por la gran ayuda y consejo  
que siempre me han brindado.

**A la Memoria de mis Padres:**

Por tantos años de sacrificios y esfuerzos,  
por haber estado ahí siempre que necesite ayuda  
fieles compañeros en las noches de desvelo  
listos siempre con un consejo sabio para seguir adelante  
y no desfallecer ante las barreras que nos depara la vida.

**A mis Hermanos:**

Por pasar junto a mí tantos años de mi vida  
compartiendo mis alegrías y tristezas  
derramando su espíritu de avance y superación.

**A mis Amigos:**

Por hacer mis días mas agradables al proporcionarme  
incesantemente su amistad, cariño y comprensión.

**Gracias**

**ESTUDIOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO INTERMUNICIPAL, ACAJETE – AMOZOC – TEPATLAXCO DE HIDALGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA**

|                         |  |        |
|-------------------------|--|--------|
| Índice                  |  | Página |
| Índice de Cuadros       |  | i.     |
| Índice de Graficas      |  | iv.    |
| Índice de Figuras       |  | v.     |
|                         |  | vi.    |
| <b>Introducción.</b>    |  | 1      |
| I.-                     | El Sistema de Coordinación Interinstitucional para la gestión de los residuos sólidos municipales. | 2      |
| II.-                    | Justificación.   | 4      |
| III.-                   | Objetivos.   | 4      |
| IV.-                    | Alcances.  | 5      |
| <b>Capitulo primero</b> | <b>Antecedentes</b>  | 7      |
| <b>Capitulo Segundo</b> | <b>Descripción general del área de estudios</b>  | 31     |
| 2.1.                    | Medio Físico.  | 31     |
| 2.1.1.                  | Localización.  | 31     |
| 2.1.2.                  | Climatología.  | 32     |
| 2.1.2.1.                | Clima.   | 33     |
| 2.1.2.2.                | Vientos dominantes.  | 34     |
| 2.1.2.3.                | Humedad.   | 38     |
| 2.1.2.4.                | Precipitación pluvial  | 39     |
| 2.1.3.                  | Flora y fauna.   | 41     |
| 2.1.4.                  | Geología.  | 42     |
| 2.1.5.                  | Hidrogeología.   | 43     |
| 2.1.6.                  | Geotécnia.   | 44     |
| 2.2.                    | Medio social.  | 45     |
| 2.2.1.                  | Población.   | 45     |
| 2.2.2.                  | Educación, cultura, recreación.  | 45     |
| 2.2.3.                  | Salud.   | 47     |
| 2.2.4.                  | Vivienda.  | 48     |
| 2.2.5.                  | Comunicaciones y transportes.  | 49     |
| 2.3.                    | Medio económico.   | 51     |
| 2.3.1.                  | Población económicamente activa.   | 51     |
| 2.3.2.                  | Actividades económicas.  | 52     |
| 2.3.2.1.                | Agricultura.   | 52     |
| 2.3.2.2.                | Ganadería.   | 52     |
| 2.3.2.3.                | Industria  | 53     |

|                          |   |            |
|--------------------------|---|------------|
| <b>Capitulo Tercero.</b> | <b>Descripción de la situación actual</b>   | <b>54</b>  |
| 3.1.                     | Diagnostico de la situación actual.   | 54         |
| 3.1.1.                   | Producción y composición de los residuos.   | 55         |
| 3.1.2.                   | Densidad de los residuos sólidos.   | 55         |
| 3.1.3.                   | Generación.   | 56         |
| 3.1.4.                   | Recolección.  | 58         |
| 3.1.5.                   | Disposición final.  | 58         |
| 3.1.6.                   | Vida útil.  | 59         |
| 3.1.7.                   | Datos específicos.  | 59         |
| 3.2.                     | Selección del sitio   | 62         |
| 3.2.1.                   | Legislación.  | 62         |
| 3.2.2.                   | Implicaciones ambientales y potenciales en la ubicación del relleno sanitario.                    | 62         |
| 3.2.3.                   | Metodología de evaluación y selección del sitio propuesto.  | 64         |
| 3.2.4.                   | Descripción y criterios considerados para la ubicación del relleno sanitario.                     | 66         |
| 3.2.5.                   | Conclusión del lugar alternativo.   | 71         |
| <b>Capitulo Cuarto</b>   | <b>Características de los residuos sólidos.</b>   | <b>76</b>  |
| 4.1.                     | Generación y características de los residuos sólidos municipales.                                 | 76         |
| 4.1.1.                   | Generación de residuos sólidos.   | 78         |
| 4.1.2.                   | Método de cuarteo.  | 100        |
| 4.1.3.                   | Cuantificación de subproductos.   | 104        |
| <b>Capitulo Quinto</b>   | <b>Desarrollo del proyecto ejecutivo.</b>   | <b>171</b> |
| 5.                       | Diseño del relleno sanitario.   | 171        |
| 5.1.                     | Bases del proyecto.   | 171        |
| 5.2.                     | Estudio de Población.   | 181        |
| 5.3.                     | Diseño de celda diaria.   | 187        |
| 5.3.1.                   | Formulación de parámetros de diseño.  | 192        |
| 5.3.2.                   | Dimensión de la celda diaria.   | 192        |
| 5.3.3.                   | Relleno para alcanzar niveles.  | 194        |
| 5.3.4.                   | Procedimientos.   | 194        |
| 5.3.5.                   | Vida útil.  | 194        |
| 5.4.                     | Control de lixiviados.  | 198        |
| 5.4.1.                   | Generación de lixiviados.   | 199        |
| 5.4.2.                   | Sistema de control.   | 204        |
| 5.4.3.                   | Cárcamo de bombeo.  | 208        |
| 5.5.                     | Establecimiento del nivel de desplante para el relleno sanitario y sistema de impermeabilización. | 210        |
| 5.6.                     | Evaluación y análisis de la contaminación potencial del acuífero.                                 | 211        |
| 5.7.                     | Sistema de control del biogás   | 214        |
| 5.7.1.                   | Generación de biogás.   | 214        |
| 5.7.2.                   | Características y volumen de gas estimado.  | 216        |
| 5.7.3.                   | Captación de biogás.  | 222        |

|                         |   |             |
|-------------------------|---|-------------|
| 5.8.                    | Sistemas de monitoreo.                                      | 225         |
| 5.9.                    | Obras complementarias.                                      | 226         |
| 5.10.                   | Manejo de aguas pluviales.                                  | 236         |
| 5.10.1.                 | Drenajes pluviales externos e internos.                     | 236         |
| <b>Capítulo Sexto</b>   | <b>Plan de operación.</b>                                   | <b>240</b>  |
| 6.1.                    | Memoria descriptiva.  | 240         |
| 6.2.                    | Programa de trabajo.  | 241         |
| 6.2.1.                  | Descripción de las etapas.                                  | 241         |
| 6.3.                    | Propuesta de uso final.                                     | 244         |
| 6.4.                    | Diseño de la superficie final.                              | 244         |
| 6.5.                    | Manual de Operación   | 245         |
| 6.6                     | Manual de Organización                                      | 259         |
| 6.6.1                   | Personal requerido  | 259         |
| 6.6.2                   | Seguridad e Higiene   | 260         |
| 6.7.1                   | Programa de Mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria | 261         |
| 6.7.2                   | Conceptos de Mantenimiento                                  | 261         |
| <b>Capítulo Séptimo</b> | <b>Costos de inversión y catálogos de especificaciones</b>  | <b>267</b>  |
| 7.1.                    | Costos de inversión.  | 269         |
| 7.2.                    | Catalogo de especificaciones.                               | 273         |
| <b>Capítulo Octavo</b>  | <b>Conclusiones y recomendaciones.</b>                      | <b>287</b>  |
| <b>Bibliografía</b>     |   | <b>289</b>  |
| <b>Anexos.</b>          |   | <b>C.D.</b> |

|           | Contenido   | Pagina |
|-----------|---|--------|
| 2.1.2     | Temperatura Mensuales   | 33     |
| 2.1.2.2.1 | Vientos Dominantes Frecuencia   | 34     |
| 2.1.2.2.2 | Vientos Dominantes Frecuencia relativa (%)  | 34     |
| 2.1.2.2.3 | Velocidad del Viento (m/s)  | 37     |
| 2.1.2.3   | Humedad relativa y absoluta (días despejados)   | 38     |
| 2.1.2.3.1 | Medio nublados  | 39     |
| 2.1.2.3.2 | Nublado cerrado   | 39     |
| 2.2.2.3.3 | Rocío   | 39     |
| 2.2.2.3.4 | Granizo   | 39     |
| 2.1.2.4   | Precipitación pluvial promedio mensual, anual y extremas(mm)                              | 39     |
| 2.2.5     | Cobertura de servicios públicos en las principales localidades en el municipio de Acajete | 48     |
| 2.2.5.1   | Cobertura de servicios públicos en las principales localidades en el municipio de Amozoc  | 49     |
| 2.2.5.2   | Cobertura de servicios de comunicaciones en el municipio de Acajete                       | 50     |
| 3.1.1     | Composición de residuos domésticos en diversos países                                     | 55     |
| 3.1.3     | Generación unitaria de residuos por fuente generadora                                     | 56-57  |
| 3.1.5     | Generación de residuos sólidos  | 58     |
| 3.2.5     | Matriz para la selección del sitio de disposición   | 74     |
| 3.2.5.1   | Matriz de selección del sitio de disposición  | 75     |
| 4.1.1     | Estrato socioeconómico por barrio y colonia   | 76     |
| 4.1.2     | Normas Empleadas (NMX)  | 77     |
| 4.1.1.1   | Viviendas seleccionadas para el muestreo  | 84     |
| 4.1.1.2   | Resumen de generación per cápita de R.S.M.  | 87     |
| 4.1.1.3   | Generación per cápita listada en orden ascendente   | 91     |
| 4.1.1.4   | Resultado de análisis estadístico (estrato medio)   | 95     |
| 4.1.1.5   | Valores del percentil de la distribución "t" de Student                                   | 97     |
| 4.1.1.6   | Resumen de análisis estadístico (estrato medio)   | 99     |
| 4.1.2.1   | Método del cuarteo  | 99     |
| 4.1.2.2   | Resumen de peso volumétrico obtenido in-situ  | 101    |
| 4.1.3.1   | Promedio de peso en % de subproductos clasificados  | 103    |
| 5.1.1     | Calculo de residuos a disponer en el relleno intermunicipal                               | 172    |
| 5.1.2     | Área necesaria para construcción de relleno sanitario (superficial)                       | 174    |
| 5.1.3     | Área necesaria para construcción de relleno sanitario (trinchera)                         | 176    |
| 5.1.4     | Área necesaria para construcción de relleno sanitario (combinado)                         | 178    |
| 5.1.5     | Área necesaria para construcción de relleno sanitario (combinado-modificado)              | 180    |
| 5.3.1     | Calculo de la vida útil del sitio de disposición  | 194    |
| 5.3.2     | Avance teórico trimestral para las etapas de trinchera y superficie                       | 196    |
| 5.4.1.1   | Valores promedio de las temperaturas en la Región en estudio                              | 201    |
| 5.4.1.2   | Precipitación registrada en el área de estudio  | 201    |
| 5.4.1.3   | Calculo de la evapotranspiración potencial ajustada                                       | 202    |
| 5.4.1.4   | Valores para los Coeficientes de escurrimiento "Ke"                                       | 203    |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 5.4.1.5  | Determinación del valor de infiltración (mm)   | 203 |
| 5.4.1.6  | Determinación del agua que se percola a través de la cubierta  | 204 |
| 5.4.1.7  | Pantalla para impermeabilización en base al factor de tránsito de la infiltración, por medio de barreras naturales | 213 |
| 5.7.2.1  | Composición química de la materia orgánica   | 218 |
| 5.7.2.2  | Composición química de los residuos  | 219 |
| 5.9.1    | Obras complementarias a realizarse de acuerdo al rango de la población   | 226 |
| 5.9.2    | Criterios básicos para la construcción de caminos  | 235 |
| 5.10.1.1 | Dimensiones de la sección hidráulica de las canaletas para el drenaje pluvial.                                     | 239 |
| 6.1      | Cronograma de actividades  | 245 |
| 6.2      | Frente de trabajo recomendable   | 248 |
| 6.3      | Personal mínimo en un relleno sanitario  | 259 |
| 6.4      | Equipo de protección para el personal del relleno sanitario  | 265 |
| 8.1      | Resumen de costos de construcción del relleno sanitario  | 269 |
| 8.2      | Sueldos considerados   | 270 |
| 8.3      | Costos anuales de operación y mantenimiento  | 272 |
| 8.4      | Costos anuales de capital, operación y mantenimiento   | 272 |

| Figura   | Contenido  | Pagina |
|----------|--|--------|
| 2.1.2.2  | Viento dominante porcentual (enero-abril)                                  | 35     |
| 2.1.3    | Viento dominante porcentual (mayo-agosto)                                  | 36     |
| 2.1.2.4  | Viento dominante porcentual (septiembre-diciembre)                         | 36     |
| 2.1.2.5  | Velocidad del viento dominante (enero-abril)                               | 37     |
| 2.1.2.6  | Velocidad del viento dominante (mayo-agosto)                               | 38     |
| 2.1.2.7  | Velocidad del viento dominante (septiembre-diciembre)                      | 38     |
| 3.2.3    | Esquema de la metodología de selección del sitio para el relleno sanitario | 65     |
| 3.2.5    | Plano de referencia para ubicación del relleno sanitario                   | 73     |
| 5.1.1    | Construcción de relleno sanitario (superficial)                            | 175    |
| 5.1.2    | Construcción de relleno sanitario (trinchera)                              | 177    |
| 5.1.3    | Construcción de relleno sanitario (combinado)                              | 179    |
| 5.3.1.1  | Celda superficial  | 189    |
| 5.3.1.2  | Trincheras   | 190    |
| 5.3.1.3  | Corte esquemático de elevación de las celda                                | 191    |
| 5.3.2    | Dimensión de la celda diaria   | 193    |
| 5.10.1.1 | Áreas de influencia para el drenaje pluvial                                | 236    |
| 6.1      | Sección tipo de relleno sanitario  | 247    |
| Anexo    | Plano de conjunto  | Anexo  |
| Anexo    | Etapas de relleno  | Anexo  |
| Anexo    | Tratamiento de aguas residuales (fosa séptica)                             | Anexo  |
| Anexo    | Caseta de operación y control  | Anexo  |
| Anexo    | Plano topográfico  | Anexo  |
| Anexo    | Secciones topográficas   | Anexo  |
| Anexo    | Perfil de secciones (etapa 1)  | Anexo  |
| Anexo    | Captación y venteo de biogás   | Anexo  |
| Anexo    | Cobertizo para maquinaria  | Anexo  |
| Anexo    | Distribución de lixiviados   | Anexo  |
| Anexo    | Fotografías  | Anexo  |



**ESTUDIOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO  
INTERMUNICIPAL, ACAJETE – AMOZOC – TEPATLAXCO DE HIDALGO,  
EN EL ESTADO DE PUEBLA**

| Cuadro  | Contenido  | Pagina  |
|---------|--|---------|
| 2.1.2.1 | Temperatura Mensuales                                | 33      |
| 2.1.2.4 | Precipitación pluvial mensual (mm)                   | 40      |
| 4.1.3   | Resultados de las encuestas aplicadas a la población | 164-170 |

### Introducción.

Los residuos sólidos municipales se componen de todos aquellos restos que resultan de las distintas actividades productivas o de la vida diaria de los habitantes de una población. Estos residuos, son una mezcla de materiales degradables y no-degradables, presentando diferentes formas y tamaños, así como distintas características físicas, químicas y biológicas, lo cual hace que su manejo, tratamiento y disposición final no sólo sea difícil, sino que requieren para su control, una enorme demanda de personal, equipos y procedimientos especializados. Lo anterior implica entonces, que los residuos sólidos municipales, son materiales que en el tiempo y en el espacio, no tienen ningún valor para quienes los generan; sin embargo, requieren un manejo seguro porque implican un cierto riesgo de afectación al ambiente y a la salud.

Asimismo, los residuos sólidos que se generan tienen un valor económico intrínseco que permite, mediante la recuperación y la selección de materiales, reincorporarlos a la sociedad a través del reuso y del reciclaje.

Sin embargo, la disposición final inadecuada de estos residuos puede propiciar el deterioro del ambiente. En los sitios de disposición, ya sean rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto, se producen lixiviados que no solo aportan cargas orgánicas importantes sino también otros contaminantes como metales pesados y compuestos inorgánicos, en concentraciones tales que pueden contaminar los suelos y las aguas subterráneas si no se aplican procedimientos apropiados para su control, cancelando la posibilidad de su aprovechamiento. No hay que olvidar que siempre existirá la posibilidad de que el "biogás", pueda migrar fuera de la vecindad del sitio de disposición final, dando pauta para que se generen explosiones en ambientes cerrados, cuando el volumen del metano varíe del 5% al 15% en peso, en relación con el oxígeno presente en el aire.

Para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos, es conveniente contar con un Plan Maestro que permita conocer mediante estudios específicos, la cantidad y la composición de los residuos que se generan, que permita mejorar las prácticas para su manejo y su disposición final, amén de planear en el futuro, utilizando lineamientos y estrategias técnicas y económicas, de manera tal que los servicios con que se pretende servir a la sociedad, cuenten con programas permanentes y actualizados en el tiempo, que incluyan las inversiones requeridas para prestar el servicio de aseo con la mayor eficiencia y economía, así como las medidas para resguardar la calidad del ambiente.

Es por ello que se presenta este *ESTUDIO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO INTERMUNICIPAL, ACAJETE-AMAZOC-TEPATLAXCO DE HIDALGO*, en apoyo al H. Ayuntamiento de las ciudad antes mencionadas y a las poblaciones aledañas; todas ellas pertenecientes al estado de Puebla.

### **I.- El Sistema de Coordinación Interinstitucional para la gestión de los residuos sólidos municipales.**

#### **Federación:**

La legislación y normatividad en materia de prevención de la contaminación y protección ambiental se han visto considerablemente desarrolladas en los últimos años. Sin embargo, si bien la exSecretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), elaboró y publicó la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como varios reglamentos y una importante cantidad de normas oficiales mexicanas, estos ordenamientos se han enfocado a llenar huecos en las áreas consideradas prioritarias, como son las que corresponden a descargas de aguas residuales municipales e industriales, emisiones a la atmósfera y manejo de residuos peligrosos. Esta jerarquía de prioridades, aunada a una falta de recursos, ha obligado a desatender otras áreas, como es el caso de los residuos sólidos municipales. Actualmente, en nuestro país no se ha publicado un Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del suelo, únicamente el 14 de Agosto de 1996 se aprobó la norma oficial mexicana NOM-083-ECOL-1996, ahora NOM-083-SEMARNAT-1996, en base en el acuerdo publicado en el DOF el 23 de abril de 2003, "Que establece las condiciones para los sitios que cumplan con la disposición de residuos sólidos en el suelo". Aún que en esta norma no se menciona en forma directa la palabra relleno sanitario, es evidente que se refiere a estas obras.

La LGEEPA contempla los siguientes lineamientos, en relación con los residuos sólidos municipales:

#### **Distribución de Competencias y Coordinación**

Artículo 8°. - Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

Artículo 137. - Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

### **Norma Oficial Mexicana NOM-083-Semarnat-1996:**

Establece las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, y es de observancia obligatoria para aquellos que tienen la responsabilidad de la disposición final de los residuos sólidos municipales.

### **Norma Oficial Mexicana NOM-084-Semarnat-1997:**

Establece los requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un Relleno Sanitario.

### **Estado:**

De acuerdo a la Ley de Protección al Ambiente y al Equilibrio Ecológico del Estado de Puebla, publicada el 22 de Noviembre de 1991 en el Periódico Oficial del Estado y reformada con fecha 4 de Noviembre de 1994, se dispone en materia de residuos sólidos lo siguiente:

En su artículo 5° fracción XIII, menciona que: “Es competencia del Estado: “Regular el manejo y disposición final de los residuos que no sean considerados peligrosos, conforme a la Ley General, esta Ley y sus disposiciones reglamentarias.

En él artículo 109 referente a la prevención y control de la contaminación del suelo, se menciona que “Corresponde al Estado y a la sociedad, prevenir la contaminación del suelo”.

En su artículo 110, la Ley expone que “los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo, se considerarán en el ámbito de su competencia, en los siguientes casos”

II.- La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos sólidos municipales, en rellenos sanitarios”.

### **Municipio:**

En base, a la mencionada Ley de Protección al Ambiente y al Equilibrio Ecológico del Estado de Puebla, los Municipios de la Entidad, tienen las siguientes obligaciones:

En él artículo 6° fracción XIV, define que: “Corresponde a los Municipios de la Entidad: Regular el manejo y disposición final de los residuos que no sean considerados peligrosos por la Ley General y su Reglamento.

En él artículo 112 se describe que “Los Ayuntamientos autorizarán, con arreglo a las Normas Oficiales Mexicanas, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos.

Dicha Ley en su artículo 113 dispone que los Ayuntamientos podrán solicitar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado, asesoría para “I.- La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.” y “II.- La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras”.

### **II.- Justificación.**

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en el título cuarto menciona que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales e industriales; incorporando técnicas y procedimientos para su rehuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes. (Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996).

Actualmente la generación de residuos sólidos se ha convertido en un serio problema, ya que el acelerado crecimiento poblacional, y los cambios presentados respecto a los hábitos de consumo repercute en los sitios de disposición final que rápidamente se ven saturados. Dicha situación ha propiciado que la comunidad científica, relacionada con la gestión de los residuos sólidos, haya tenido que desarrollar alternativas de tratamiento, para reducir la cantidad de los residuos sólidos que llegan a la disposición final, siempre, con la mentalidad de conservar los recursos y de reincorporar los materiales a los procesos productivos.

Dentro de los lineamientos a seguir para una estrategia adecuada del manejo de los residuos sólidos, en este tipo de lugares, un factor muy importante es la disponibilidad del suelo, ya que resulta muy difícil encontrar terrenos disponibles.

La realización de los estudios es necesaria para plantear una estrategia de manejo y la implementación de la infraestructura, de medias necesarias, que faciliten su accionar en estos lugares. Es conveniente realizar este trabajo a fin de proponer alternativas de aprovechamiento y tratar de aumentar el nivel de vida media del tiradero a cielo abierto del municipio. Para lograr lo anterior, es muy importante la concientización de la población y la creación de centros de acopio e industrias de reciclaje y crear fuentes de trabajo y complementar el manejo adecuado de los residuos sólidos.

### **III.- Objetivos.**

Objetivo General:

Dotar a los Organismos Operadores de Servicios de Limpieza de los Municipios de Acajete, Amozoc y Tepatlaxco de Hidalgo del Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario, determinando propiedades, características, diseño de ejecución y funcionamiento, que satisfaga las necesidades presentes y futuras que salvaguarden la integridad y salud de sus habitantes.

Objetivos Particulares:

Determinar, el sitio adecuado para el establecimiento del relleno sanitario.

Fijar, las características, estructura y ejecución del relleno sanitario.

Proporcionar, la base sustentante en las especificaciones técnicas y de procedimientos adecuados para la ejecución de la obra, construcción y operatividad del relleno sanitario.

Definir los elementos para la realización eficaz del establecimiento de sistemas de medición, supervisión y control que permitan adecuar el funcionamiento del relleno sanitario.

Establecer, la calendarización de actividades

Establecer, los parámetros de costos de inversión y operación

Brindar especificaciones complementarias que permitan el funcionamiento del relleno sanitario, así como alternativas para su mejor desarrollo.

#### **IV.- Alcances.**

El ser humano ha desarrollado actividades y procesos productivos, que desde el punto de vista biológico, son clasificados como ineficientes ya que se realizan con el consumo de grandes cantidades de energía, agua o materias primas y generan grandes cantidades de residuos que se emiten al aire, al agua, al suelo o se tiran a la basura por ser considerados como aspectos negativos y periféricos de esas actividades y procesos; por lo que como elementos carentes de valor, se busca, la forma de deshacerse de ellos.

Todos los sectores de nuestra sociedad, desde las actividades domésticas, hasta las diversas actividades industriales, de servicios privados y públicos, son generadores de residuos, es por ello que se han planteado los siguientes alcances que definirán este proyecto.

- a) Dotar a la región de un relleno sanitario intermunicipal como disposición final de la generación de residuos sólidos que brinde este beneficio a los Municipios de Amozoc, Acajete y Tepatlaxco de Hidalgo.
- b) Determinar las características técnicas, cualitativas, cuantitativas de obras y costos del relleno sanitario que será la base para la construcción de los servicios de disposición final de los desechos sólidos.
- c) Proporcionar los medios necesarios para el más eficaz funcionamiento, desarrollo y ejecución de la obra y de quienes integren el equipo de trabajo, a fin de que cada parte, cada acto, cada etapa estén indisolublemente unidos con los demás a fin de lograr la máxima eficacia y eficiencia
- d) Concentración de la generación de los residuos sólidos en forma adecuada, programada, sistematizada, ordenada y segura, para evitar la creación de focos de infección, proliferación de fauna nociva, deterioro del medio ambiente en suelos, aire y agua, lo cual significa una contribución al cuidado del entorno ecológico y que a futuro generará una zona factible de reforestación y de utilidad a la comunidad.

El logro de este estudio está basado en la compilación de datos técnicos que se obtuvieron en la zona que se determinó para que se llevara a cabo el relleno sanitario, dando paso a la realización de estudios de geología, geohidrología, geotecnia, topografía, impacto ambiental, vialidad, hidrología, análisis de datos de generación de residuos y sus características, proyección de densidad de población y su incremento, tanto del municipio en el que se desarrollará como de los que serán beneficiados.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### I.1. – Definición de conceptos y términos.

**I. Agente Infeccioso:** Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso;

**II. Aprovechamiento de los Residuos:** Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía;

**III. Caracterización de Sitios Contaminados:** Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación;

**IV. Co-procesamiento:** Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;

**V. Disposición Final:** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

**VI. Envase:** Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;

**VII. Evaluación del Riesgo Ambiental:** Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;

**VIII. Generación:** Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

**IX. Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

**X. Gestión Integral de Residuos:** Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;



**XI. Gestor:** Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos;

**XII. Gran Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

**XIII. Incineración:** Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno;

**XIV. Inventario de Residuos:** Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento;

**XV. Ley:** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;

**XVI. Lixiviado:** Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos;

**XVII. Manejo Integral:** Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

**XVIII. Material:** Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan;

**XIX. Microgenerador:** Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

**XX. Pequeño Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

**XXI.** Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

**XXII.** Proceso Productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios;

**XXIII.** Producción Limpia: Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos;

**XXIV.** Producto: Bien que generan los procesos productivos a partir de la utilización de materiales primarios o secundarios. Para los fines de los planes de manejo, un producto envasado comprende sus ingredientes o componentes y su envase;

**XXV.** Programas: Serie ordenada de actividades y operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de esta Ley;

**XXVI.** Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos;

**XXVII.** Reglamento: El Reglamento de la presente Ley;

**XXVIII.** Remediación: Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

**XXIX.** Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

**XXX.** Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

**XXXI.** Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

**XXXII.** Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

**XXXIII.** Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

**XXXIV.** Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

**XXXV.** Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;

**XXXVI.** Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares;

**XXXVII.** Secretaría: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

**XXXVIII.** Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de esta Ley;

**XXXIX.** Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de esta Ley;

**XL.** Sitio Contaminado: Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas;

**XXI.** Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;

**XXII.** Termólisis: Proceso térmico a que se sujetan los residuos en ausencia de, o en presencia de cantidades mínimas de oxígeno, que incluye la pirólisis en la que se produce una fracción orgánica combustible formada por hidrocarburos gaseosos y líquidos, así como carbón y una fase inorgánica formada por sólidos reducidos metálicos y no metálicos, y la gasificación que demanda mayores temperaturas y produce gases susceptibles de combustión;

**XXIII.** Tratamientos por Esterilización: Procedimientos que permiten, mediante radiación térmica, la muerte o inactivación de los agentes infecciosos contenidos en los residuos peligrosos;

**XXIV.** Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y

**XXV.** Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

### I.2. – Normatividad Nacional.

El objetivo de esta sección es el de conocer la Normatividad Nacional que nos permita realizar los estudios de caracterización de los residuos sólidos generados tanto en términos volumétricos como por el tipo de materiales.

#### 1.2.1 Generación de residuos sólidos

Se deberá determinar la generación de residuos sólidos municipales (no peligrosos) basándose en los lineamientos establecidos en la NOM-AA-61-1985, los cuales constan de:

- Generación per capita diaria de los residuos sólidos durante todo el período del muestreo, por estratos socioeconómicos. Incluye cálculo estadístico: magnitud de las muestras, desviación estándar, varianza, etc.
- Esta información se puede complementar con un plano en el que se delimiten los estratos socioeconómicos y las zonas, con los datos respectivos de generación diaria de residuos: per capita y total.

#### 1.2.1 Peso volumétrico in situ

Estudio que se ha de realizar según las normas oficiales mexicanas siguientes:

- NOM-AA-15-1985 - Muestreo — método de cuarteo
- NOM-AA-19-1985 - Peso volumétrico in situ

El resultado debe corresponder a:

- Estratos socioeconómicos
- Fuentes generadoras
- Cada uno de los días del período de muestreo
- Promedio

Incluye cálculo estadístico: desviación estándar, varianza, magnitud de las muestras, etc. Esta información se representa en un plano.

Como complemento del inciso anterior, se incluyen los datos de peso volumétrico recabados de los vehículos de recolección y en los de transferencia.

#### 1.2.2 Composición genérica de los residuos sólidos

La composición genérica material de estos residuos, por fuentes, excepto los industriales peligrosos, se determina según las normas oficiales mexicanas siguientes:

- NOM-AA-15-1985 - Muestreo — método de cuarteo
- NOM-AA-22-1985 - Selección y cuantificación de subproductos

Este estudio, así como el promedio de composición genérica diaria (en peso y en porcentaje), se debe realizar por estratos socioeconómicos y por fuentes generadoras, durante cada uno de los días del período de muestreo. Comprende datos estadísticos tales como desviación estándar, varianza, etc.

Esta información se puede representar en un plano, por estratos socioeconómicos y por fuentes generadoras.

### **1.2.3 Características físicas y químicas de los residuos sólidos**

Estas características se identifican según las NOM-AA siguientes:

- 91-1985 Terminología de residuos sólidos
- 52-1985 Preparación de muestras en laboratorio
- 16-1985 Determinación de humedad
- 24-1984 Determinación de nitrógeno total
- 67-1985 Determinación de la relación carbono/nitrógeno
- 21-1985 Determinación de materia orgánica

Los resultados de estas identificaciones se anotan en una tabla comparativa, por fuentes, que incluya datos estadísticos. Esta información se ha de utilizar para precisar cualitativa y cuantitativamente el servicio.

## **1.3.- Descripción de las Etapas del sistema integral para el manejo de los R.S.M.**

### **1.3.1. Descripción general del área de estudio**

Se deberá preparar una descripción del área de estudio como se describe a continuación.

#### **1.3.1.2 Entorno Físico**

Se describirá de manera sucinta la ubicación del área de estudio en relación a la entidad federativa, poblados próximos, vías principales de acceso y otras características importantes. Por otra parte, se describirá el entorno físico en lo que se refiere a superficie, características topográficas, geológicas, orográficas o hidrológicas importantes. Se elaborará un plano mostrando la ubicación del área de estudio en relación a la República, la Entidad Federativa, por último, los alrededores del área de estudio (poblados, carreteras, ríos, etc.)

#### **1.3.1.3 Condiciones Climatológicas**

Se presentará una descripción histórica de las características climatológicas del área. En particular, se compilará y resumirá información de registros de temperatura, precipitaciones, tasas de evaporación y vientos dominantes. La información histórica deberá abarcar como mínimo un periodo de 10 años.

#### **1.3.1.4 Hidrología y geohidrología**

Se deberá describir, en base a bibliografía y estudios existentes, las condiciones geológica y geohidrológicas más importantes del área de estudio. Se identificarán

aquellas condiciones que pudieran dificultar la construcción de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, o que pudieran resultar en un impacto negativo significativo sobre el medio ambiente, como podría ser la contaminación de los acuíferos.

### **1.3.1.5 Usos del suelo y programas de zonificación**

Se deberá obtener información de los Ayuntamientos y Gobierno del Estado sobre los programas del uso del suelo promulgados por dichas entidades. El plan del uso del suelo deberá ser utilizado para corroborar que los sitios seleccionados en secciones posteriores para la ubicación de infraestructura para el manejo de residuos sólidos sean compatibles con los lineamientos establecidos por dicho plan. Asimismo, el plan servirá para identificar posteriormente áreas de crecimiento futuro que requerirán del servicio de limpia, así como el tipo de desarrollo esperado por área de la ciudad y su impacto en la generación de residuos sólidos.

### **1.3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS**

El objetivo de esta sección es el de describir las condiciones socioeconómicas del área de estudio; lo que servirá para determinar el nivel de cobertura del servicio de limpia, realizar estimaciones de la población actual y proyectada para el futuro y obtener información sobre el nivel de ingresos de las comunidades necesaria para evaluar la factibilidad financiera de cualquier alternativa propuesta.

#### **1.3.2.1 Condiciones Demográficas**

Se compilará información demográfica histórica del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) de la ciudad y del municipio de los últimos 20 años. Esta información deberá ser sintetizada en cuadros, incluyendo la tasa promedio de crecimiento anual. Para este fin, se deberá utilizar la información más reciente, como podrá ser el CONTEO 1995 o los resultados preliminares del Censo 2000.

La información de INEGI deberá ser complementada con información utilizada por otras dependencias para la elaboración de estudios, tales como los gobiernos Municipal y Estatal, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Por último, se obtendrá información sobre el número de acometidas eléctricas y de lotes registrados en el Municipio para calcular la población actual con base en los índices de hacinamiento (número de habitantes por vivienda).

Por otra parte, será necesario distribuir la población por zonas del área en estudio con el fin de determinar posteriormente la cantidad de residuos sólidos producidos por ruta de recolección y en términos per cápita. De resultar conveniente, se utilizarán las áreas geográficas de estadística básica (AGEBs) establecidas por INEGI, con el fin de dividir la zona en estudio en áreas para la distribución demográfica. Asimismo, se deberá utilizar el Plan de Desarrollo Urbano Municipal para este fin.

Una vez que se hayan sintetizado las diferentes estimaciones demográficas, se deberá reunir con las dependencias gubernamentales competentes (Ayuntamiento, Gobierno del Estado, SEDESOL, etc.) para llegar a un consenso sobre la estimación que resulte más adecuada.

Una vez determinada la población actual, se procederá a realizar proyecciones demográficas para los próximos 20 años. Las proyecciones demográficas se realizarán utilizando varios métodos con el fin de presentar una serie de proyecciones que indique un rango probable de crecimiento.

### **1.3.2.2 Nivel de servicios públicos**

Se deberá recopilar y sintetizar información sobre la cobertura de los principales servicios públicos en las comunidades. Se describirá brevemente la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y electricidad. Se deberá consultar con el Ayuntamiento, C.N.A., INEGI y la Comisión Estatal de Servicios Públicos para identificar estudios anteriores que puedan contener esta información. Asimismo, se describirá brevemente la cobertura del servicio de limpia utilizando estudios previos o información presentada por organismos gubernamentales y/o por el proyecto ejecutivo elaborado por SEDESOL.

### **1.3.2.3 Nivel de ingresos**

Se deberá obtener información sobre el nivel de ingresos de las comunidades, utilizando información disponible por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), INEGI, o los gobiernos Municipal y Estatal. La información obtenida deberá identificar el número de personas asalariadas y sus ingresos y ésta deberá ser sintetizada y agrupada por el número de empleados por categoría de salarios, expresados como el número de salarios mínimos percibidos. Esta información será posteriormente utilizada para determinar la factibilidad financiera de cualquier alternativa propuesta.

Se indicará el índice de marginalidad establecido por la Comisión Nacional de Población (CONAPO) para el Municipio

### **1.3.2.4 Inventario de actividades industriales, comerciales y gubernamentales en relación a su generación de residuos sólidos**

Se deberá identificar las actividades industriales, comerciales y gubernamentales más importantes de las comunidades que pudieran generar una cantidad considerable de residuos sólidos. Además, se estimará la cantidad de residuos sólidos generados por éstas actividades.

Asimismo, se estimará la generación futura de residuos sólidos provenientes de estos sectores basándose en los planes del uso del suelo que rijan el establecimiento de dichas actividades y a las proyecciones demográficas.

### **1.3.2.5 Descripción de la pepena y sus implicaciones sociales**

En esta sección se deberán detectar y describir los problemas y necesidades que afectan a los trabajadores de la pepena y sus familiares en lo concerniente a su actividad laboral y a sus condiciones socioeconómicas. Complementariamente, permitirá aproximar una estrategia y un plan de acción municipal y Estatal de atención a los pepenadores.

Para su elaboración, se deberán realizar los estudios siguientes:



#### **1.3.2.6 Diagnóstico demográfico y social**

Se describirá la cantidad de pepenadores y personas que conforman el núcleo familiar de éstos y, de ser posible, se describirá su edad, composición familiar, sexo, nivel educativo y capacitación, tipo de vivienda, morbilidad y mortalidad.

Se describirá el acceso de estos grupos a los servicios médicos y educativos, ya sea proporcionados por el gobierno o por alguna otra organización. De ser posible se describirá brevemente la problemática social que enfrenta este grupo.

Se indicará si los pepenadores habitan dentro de las áreas de disposición de residuos, aledañosamente o en otras localidades. Asimismo, se indicará si se cuenta con servicio de agua, saneamiento y electricidad.

#### **1.3.2.7 Condiciones laborales**

Se describirán las condiciones laborales generales, como son: los métodos de trabajo en la selección de material, sistema y equipo de seguridad en el trabajo, días de trabajo, duración de la jornada.

#### **1.3.2.8 Comercialización de subproductos**

Se analizará brevemente la comercialización de los subproductos recolectados por los pepenadores, incluyendo el tipo y cantidad del material recolectado, precios, compradores y centros de acopio, e ingreso por venta de material.

#### **1.3.2.9 Relación gobierno municipal - pepenadores**

Se describirá de manera sucinta la relación que guarda el gobierno municipal con los pepenadores y la forma en que dichas relaciones pueden coadyuvar a mejorar las condiciones laborales de este grupo. Se identificarán los programas de apoyo que existan por parte de las autoridades municipales, tales como trabajos de extensión. El diagnóstico se complementará con la identificación de problemas y necesidades que afectan a los pepenadores.

#### **1.3.2.10 Diagnóstico**

Se realizará un diagnóstico de las condiciones laborales de los pepenadores, resumiendo la problemática principal, y se evaluarán alternativas para la mejora de dichas condiciones. Se analizarán entre otras cosas la forma de regular la pepena y la comercialización de subproductos. Esta tarea deberá estar ligada a la Evaluación del Potencial de Reventa del Subproducto.

### **1.3.3 Descripción de la situación actual**

El objetivo de esta sección es el de describir las características principales del sistema de limpia para su posterior evaluación e identificación de mejoras en base a las alternativas desarrolladas.

#### **1.3.3.1 Descripción del sistema de recolección de residuos sólidos**

Se describirán las principales rutas de recolección de residuos sólidos, el método, equipo y frecuencia de recolección y el número de camiones con los que se realiza la recolección. Asimismo, se estimará el número de residencias o habitantes servidos por cada ruta.

#### **1.3.3.2 Descripción de la infraestructura existente (equipo de recolección, estaciones de transferencia, rellenos sanitarios y tiraderos controlados)**

Se describirá la infraestructura existente en materia de estaciones de transferencia y rellenos sanitarios. Asimismo, se identificarán tiraderos controlados y clandestinos para evaluar posteriormente su posible abandono. Se describirá el equipamiento con que cuenta el Departamento, tales como camiones, compactadoras, barredoras, maquinaria pesada, etc.

#### **1.3.3.3 Descripción del sistema de barrido**

Se deberá describir el sistema de barrido incluyendo las rutas, frecuencia, personal y método y equipo empleado para tal actividad.

#### **1.3.3.4 Descripción del Departamento de Limpia**

Se deberá describir los recursos humanos y materiales, así como las operaciones del Departamento de Limpia, como se describe a continuación.

##### **1.3.3.3.4.1 Estructura organizacional**

Se presentará una descripción de la estructura organizacional del sistema. Se incluirá un organigrama que contenga los diferentes departamentos del organismo, tales como el departamento comercial, operativo y administrativo. Se describirán de manera sucinta las funciones que desempeña cada departamento y el personal adscrito a cada uno de ellos.

##### **1.3.3.3.4.2 Personal**

Se complementará la información obtenida en el apartado anterior con lo siguiente: se resumirá el número de empleados y la forma en la que éstos se encuentran distribuidos dentro de los diferentes departamentos o áreas y agrupados conforme a su especialización laboral y formación académica. Asimismo, se indicará el número de empleados sindicalizados y de confianza y se verificará la existencia y, en su caso, la aplicación de los programas de las comisiones mixtas de seguridad e higiene.

Se describirá la estructura y tipo de sueldos y prestaciones, políticas salariales, valuación de puesto, evaluación de desempeño y los procesos de contratación, licitación y capacitación. Por último, se revisará el catálogo de puestos y el manual de procedimientos y se determinará su grado de acatamiento e implementación.

### **1.3.3.3.4.3 Sistema de planeación**

Se deberá realizar un diagnóstico sobre la existencia de un sistema de planeación y su cumplimiento; y si existen planes y/o programas de desarrollo urbano municipal a corto, mediano y largo plazo. Se comentará sobre la existencia de objetivos, políticas, metas, estrategias, planes y programas de desarrollo a corto, mediano y largo plazo.

### **1.3.3.3.4.4 Recursos materiales**

Se deberá describir la composición y estado de conservación de los inventarios y la organización responsable de su administración. Se verificará la existencia de criterios para la reposición de inventarios y la existencia y aplicación de un catálogo de materiales.

### **1.3.3.3.4.5 Recursos financieros**

Se describirá la organización encargada de la actividad financiera del Departamento, el personal asignado para tal fin, y los instrumentos y manuales que orienten las operaciones.

Se deberá obtener información de parte del Departamento de Limpia en cuanto al estado financiero de este último.

Se describirá el sistema contable del Departamento en cuanto a la existencia y observancia de políticas contables, tipo de registros contables y modalidades de procesamiento, estados financieros que se emiten, plan de cuentas y manuales que se apliquen y proceso de contabilización del presupuesto y relación con el sistema presupuestal del municipio.

Se deberá describir la condición actual de la concesión otorgada a la iniciativa privada y los gastos erogados en la actualidad por el Ayuntamiento en materia de cuotas al concesionario si es que existe como tal.

### **1.3.3.3.4.6 Sistema comercial**

Se deberá revisar la ley de ingresos del municipio para determinar si existe fundamento jurídico que faculte a éste el cobro por el servicio de limpia. Asimismo, se revisará si en dicha ley existe la posibilidad de realizar algún otro cargo por servicios o permisos que otorgue el municipio, con injerencia directa o indirecta sobre el sistema integral de limpia.

En caso de que existan los fundamentos jurídicos para el cobro, se describirá la facultad del municipio para cambiar o modificar la estructura tarifaria actual, describiendo la responsabilidad de instituciones, órganos y personal involucrados en dicho proceso. Se describirán las acciones realizadas a la fecha para el cobro de tarifas y se especificarán los procesos de facturación y cobranza. Asimismo, se describirán los procesos contables para controlar pagos, rezagos y recargos.

Por último, de existir, se describirá la estructura, actualización, cobertura y confiabilidad del padrón de usuarios; los procedimientos para la atención de usuarios; los montos mensuales recaudados de cada sector social; los montos de los rezagos por sectores; la eficiencia en la recolección de tarifas; y los programas de orientación y promoción de servicios.

### **1.3.3.3.4.7 Estudio de productividad**

El objetivo principal de esta actividad es evaluar cuantitativa y cualitativamente la productividad del servicio.

#### **1.3.3.3.4.7.1 Tiempos y movimientos**

Con el fin de diseñar y dimensionar los sistemas de manejo y operación de residuos sólidos por proponer, se cuantificará el tiempo real empleado y precisará el tiempo normal necesario para realizar cada uno de los procesos de manejo de residuos.

Se deberá emplear el *método continuo de lecturas (método Westinghouse)*. El estudio se realizará para cada unidad y por flotilla durante una semana y servirá para obtener la información siguiente:

- Determinación de eficiencia laboral, por unidad y por el personal asignado para operarla.
- Base real para programación de las actividades del servicio, por procesos.
- Valoración del rendimiento, del monto de unidades y del personal necesario para realizar el servicio.
- Indicadores de utilización máxima del tiempo operable por unidad.
- Determinación de los tiempos normales necesarios para la operación del sistema.

#### **1.3.3.3.4.7.2 Taras y pesajes**

Mediante pesaje directo, se precisará la cantidad y composición de residuos manejados en cada uno de los procesos, por rutas. Se seleccionarán para esta actividad rutas representativas de los diferentes tipos de generadores: doméstico (popular, medio y residencial), comercial, institucional, industrial, etc. Esta tarea se llevará a cabo utilizando métodos comúnmente utilizados en el campo de la ingeniería.

#### **1.3.3.3.4.7.3 Indicadores de desempeño**

Para soportar técnicamente el diagnóstico del sistema actual y precisar los niveles de operación imperantes, se deberá calcular los niveles de productividad y compararlos con los indicadores promedio que recomienda la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Éstos son:

- Generales (generación; peso volumétrico)
- De cobertura
- De eficiencia
- De costos

Cualitativos

### **1.4 Desarrollo de alternativas**

El objetivo de esta sección es el de analizar la operación del sistema bajo condiciones presentes y futuras, en base a la descripción del sistema preparada bajo el punto de descripción de situación actual, y el de proponer alternativas para resolver las necesidades identificadas en cada una de las poblaciones en estudio. El desarrollo de alternativas deberá estimar los costos de inversión y de operación y mantenimiento anual de las alternativas propuestas. Asimismo, se describirán los impactos ambientales y sociales, así como las ventajas y desventajas de cada alternativa evaluada.

Las alternativas recomendadas deberán ser aprobadas por el Departamento de Limpia previamente al desarrollo de las actividades subsecuentes.

#### **1.4.1 Sistema de recolección**

En base a la información obtenida en las secciones anteriores, se deberá desarrollar alternativas que mejoren el sistema de recolección de residuos. Se analizará la necesidad de crear nuevas rutas de recolección para atender áreas que en la actualidad carezcan de servicio. Para estas nuevas rutas, se definirá la frecuencia de recolección y el método empleado para ello, es decir, se definirá el equipo utilizado, el tipo de contenedores que se deberá utilizar y la ubicación de los puntos de recolección (de manera individual por residencia, por manzana, etc.).

Asimismo, se analizarán mejoras potenciales a las rutas y prácticas ya establecidas. Entre otras cosas, se propondrán modificaciones, de ser necesario, a las rutas y la frecuencia de recolección, y el equipo y contenedores utilizados. Se plantearán de manera conceptual las rutas de recolección que serán necesarias para atender zonas de crecimiento futuro, incluyendo su longitud esperada y la cantidad de residuos que serán generados.

Se deberán presentar estimaciones de costo de inversión y de operación y mantenimiento de las alternativas propuestas. Los costos de inversión incluirán, entre otras cosas, la adquisición de nuevos camiones y equipo de recolección, contenedores, etc. Los costos de operación y mantenimiento consistirán entre otras cosas en salarios, combustible, mantenimiento del equipamiento, etc. Por otra parte se describirán las ventajas y desventajas de las alternativas propuestas así como sus impactos potenciales.

### **1.4.2 Sistema de transferencia**

Se deberá evaluar los sistemas de transferencia de las comunidades en cuestión y propondrá mejoras a mediano y largo plazo. En caso de que no se cuente con un sistema de transferencia en las comunidades, se discutirán las ventajas y desventajas que éste podría brindar en el futuro. La evaluación elaborada en este apartado deberá tomar en cuenta el sitio seleccionado para la construcción del relleno sanitario, tal y como lo establece el siguiente punto, ya que esto determinará en gran medida la necesidad de establecer un sitio de transferencia.

Se estimarán los costos de inversión y de operación y mantenimiento de las alternativas propuestas y los impactos sociales y ambientales. Se discutirán también problemas de aceptación pública que puedan surgir para la construcción de un sitio de transferencia.

### **1.4.3 Sistema de barrido**

Se deberá analizar el sistema de barrido en cada una de las poblaciones consideradas en el estudio para proponer mejoras a mediano y largo plazo. Se evaluará la factibilidad de modificar las rutas y zonas de barrido y de los métodos utilizados en la actualidad o métodos alternativos. Asimismo, se evaluará la frecuencia con la que se llevan a cabo los barridos y de ser necesario se propondrán modificaciones. Se definirán a manera conceptual rutas de barrido para dar servicios a áreas de crecimiento futuro, incluyendo una estimación de su longitud y de los recursos humanos y materiales necesarios para su implementación. Se deberán considerar varias alternativas tecnológicas para el barrido, incluyendo equipo manual, mecanizado o una combinación de éstos. Las alternativas identificadas deberán ser presentadas al Departamento de Limpia para seleccionar las más adecuadas y establecer prioridades.

Se estimarán los costos de inversión y de operación y mantenimiento de las alternativas propuestas y los impactos sociales y ambientales.

### **1.4.4 Clausura de los Sitios de Disposición Final Utilizados Anteriormente**

Se deberá proponer una solución para la clausura y confinamiento o rehabilitación de los sitios utilizados hasta la fecha para la disposición final de residuos una vez que el relleno sanitario haya sido construido.

La elaboración de las alternativas para la clausura del sitio deberá tomar en cuenta las condiciones físicas del sitio actual, así como la normatividad que exista al respecto. Asimismo, se deberá considerar el control de biogases y de lixiviados.

Se deberán proporcionar las especificaciones generales del equipo necesario durante la operación del sistema de clausura, así como sus dimensiones y ubicación.

Se deberán proporcionar estimaciones de costos de inversión y de operación y mantenimiento. Estos últimos costos deberán ser amortizados a lo largo de la vida del programa de control.

#### **1.4.5 Evaluación de alternativas de disposición final**

El objetivo de esta sección es el de identificar y evaluar alternativas de ubicación para un nuevo relleno sanitario. El proceso de selección de alternativas se hará en dos partes: en primer lugar, se propondrá al Ayuntamiento un plano con zonas que, desde un punto de vista estrictamente técnico, podrían resultar viables para la ubicación del proyecto. Con base a esta información y en su conocimiento de la región, el Ayuntamiento seleccionará cuatro sitios potenciales. Se proseguirá a evaluar estos sitios, utilizando la metodología que a continuación se describe, para posteriormente seleccionar la alternativa recomendada. Una vez hecha esta recomendación, se proseguirá con una evaluación más detallada del sitio.

Cabe mencionar que el proceso de selección podría ser iterativo, ya que en un momento dado el estudio geotécnico podría resultar negativo para el sitio propuesto por el Ayuntamiento. De ser así, se deberá retomar otro de los sitios para su investigación.

##### **1.4.5.1 Criterios y normas para la ubicación del sitio**

Se deberán describir y justificar los criterios de ubicación a ser utilizados durante el proceso de evaluación y selección de sitios alternativos, tales como pendiente máxima; cercanía máxima a un cuerpo de agua superficial; distancia mínima de un centro de población, aeropuerto, etc.; vida útil mínima, etc.

Asimismo, utilizando la información obtenida anteriormente, se deberá realizar un cálculo sobre la superficie aproximada requerida para la vida útil del proyecto (10 años como mínimo).

##### **1.4.5.2 Análisis regional de sitios potenciales**

Se deberá identificar un mínimo de cuatro sitios potenciales para la ubicación del relleno sanitario tomando en cuenta los criterios para la ubicación del sitio antes descritos, tales como topografía, geología, hidrología, cercanía a poblados e infraestructura, distancia del centro de gravedad de generación, etc.

Se presentará una descripción de cada sitio en relación a los criterios antes mencionados, así como sus ventajas y desventajas más importantes.

##### **1.4.5.3 Preparación de matrices de evaluación para la preselección**

Se evaluará de manera sistemática las alternativas de ubicación con el fin de determinar cual será el sitio más recomendable. Dicha evaluación se hará utilizando matrices de ponderación.

Se deberán describir y justificar los criterios de evaluación utilizados, así como el factor de ponderación asignado a cada uno de ellos.

### 1.5 Estudio geotécnico del sitio seleccionado

Se deberá realizar un estudio geotécnico del sitio seleccionado con el fin de evaluar su factibilidad desde este punto de vista. Se realizarán las siguientes actividades:

#### 1.5.1 Trabajos de campo y laboratorio

Se excavarán tres pozos a cielo abierto (PCA's) en el sitio seleccionado, hasta una profundidad de 1.50 metros, de donde se obtendrán muestras inalteradas en cada uno de ellos, para su análisis en laboratorio.

Se determinarán las características físicas y mecánicas de los suelos, provenientes de las muestras inalteradas, obtenidas con los PCA's. Las determinaciones que se realizarán, son las siguientes:

- Capacidad de carga
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- Límites de Consistencia
- Granulometría
- Identificación de los Suelos (SUCS)
- Prueba Proctor Estándar
- Permeabilidad para condiciones naturales del suelo; así como al 80% y 90% de la Prueba Proctor
- Análisis de Consolidación
- Prueba de compresión simple
- Prueba triaxial simple consolidada no drenada
- Angulo de fricción interna y cohesión

#### 1.5.2 Sondeo electromagnético

De manera complementaria al análisis de muestras de suelo, se deberá realizar un estudio electromagnético tendiente a determinar de forma preliminar la profundidad del manto freático y otras características geohidrológicas. Esta información será utilizada con el fin de identificar las medidas que deberán ser tomadas para la protección del acuífero, tales como la instalación de una geo-membrana u otro método de aislamiento, sistema de control de lixiviados, sistema de monitoreo ambiental, etc.

Se presentarán los resultados de los estudios geotécnicos y las conclusiones que resulten del análisis de los mismos.

#### 1.5.3 Descripción del sitio seleccionado y recomendación final

Con base en la información desarrollada en apartados anteriores, se preparará una descripción del sitio. Se resumirán, con la ayuda de planos y otros gráficos, sus dimensiones, ubicación, características topográficas y geológicas, y cualquier otra información que se considere relevante.

Cabe mencionar que en caso de que el sitio propuesto resulte inaceptable desde un punto de vista geológico, se deberá recomendar a las autoridades competentes la evaluación de un segundo sitio, por lo que el proceso de evaluación y selección del sitio podría ser iterativo.



## 1.6 ANTEPROYECTO

Se deberá elaborar el anteproyecto para la construcción del relleno sanitario en el sitio recomendado.

### 1.6.1 Planeación y selección del método de operación

Según el tipo de terreno, las características geográficas y geológicas del predio, y la disponibilidad de material para la cobertura diaria de los residuos, se selecciona el método de operación del relleno sanitario:

De área  
De trinchera  
Combinado  
Para zonas pantanosas

### 1.6.2 Establecimiento del nivel de desplante

Para determinar el nivel de desplante se deben considerar criterios constructivos (que el volumen de corte sea igual al de material de cubierta necesaria) y de protección ambiental.

### 1.6.3 Desarrollo de la ingeniería básica

En términos generales, el diseño de un relleno sanitario comprende:

#### **i) Proyección de la generación de residuos sólidos**

Esto se realiza para todo el horizonte de diseño del relleno sanitario (15 años) a partir de la proyección de población correspondiente y de la generación *per capita* de residuos sólidos obtenida anteriormente.

#### **ii) Determinación de la celda diaria de basura compactada**

Se precisarán altura, longitud, anchura y talud. Asimismo, se determinará el espesor del material compactado de cobertura y la cubierta o sello final.

#### **iii) Requerimientos volumétricos del relleno sanitario**

Para cada uno de los años del horizonte de diseño, se cuantifican volumen y peso totales anuales, tanto de los desechos como del material de cubierta, mediante el peso volumétrico de ambos materiales que se hayan considerado para diseño.

#### **iv) Cálculo de la capacidad volumétrica del sitio**

Se consideran la configuración topográfica del predio donde se hará el confinamiento y los niveles de desplante o de arranque de esta obra. Para cada curva de nivel se expresan los valores de capacidad volumétrica parcial y acumulada.

### 1.6.4 Cálculo de la vida útil del sitio

Este requerimiento se cumple mediante la correlación y comparación de los resultados obtenidos de volúmenes acumulados y área necesaria para depositar residuos. Esto determina el año del horizonte de diseño de satisfacción de la demanda para disposición de la basura.

### 1.6.5 Selección de equipo para operación del relleno sanitario regional

La operatividad del equipo requerido debe ser de al menos 7 años. La capacidad ha de ser adecuada para realizar las diversas actividades:

- Colocación y distribución de residuos sólidos en el frente de trabajo
- Colocación de los desechos en el talud inclinado del frente de trabajo
- Del material de cubierta de las celdas de basura: extracción, colocación, distribución, compactación
- Acondicionamiento del sitio

Tal selección se debe justificar según el tipo y la cantidad de basura por manejar diariamente, así como las características topográficas del predio, el material de cubierta por emplear y el método de operación que se pretenda utilizar.

### 1.6.6 Impermeabilización

Con base en los resultados del estudio geológico, y tomando en cuenta la normatividad vigente, se deberá determinar si resulta necesario impermeabilizar el relleno con el fin de proteger el acuífero. Cabe mencionar que, aún cuando el manto freático se encuentre a más de 90 m de profundidad, se podría recomendar la impermeabilización del sitio tomado en cuenta otros criterios. Esta recomendación deberá ser justificada.

Como resultado de este análisis, se deberá recomendar:

- Componentes del sistema de impermeabilización
- Criterios aplicados para utilizar membranas sintéticas (en caso de requerirlo)
- Características del material impermeabilizante

### 1.6.8 Drenaje pluvial

La proyección del sistema de drenaje pluvial debe permitir desalojo rápido del agua pluvial. Algunas de sus estructuras son:

- Drenes
- Canal principal
- Cárcamo de bombeo
- Estructura de descarga
- Obras complementarias: cruces de caminos, etc.

Para la realización del anteproyecto se recomienda considerar:

- Niveles freáticos durante todo el año
- Permeabilidad del terreno

Punto de descarga con *NAME* (nivel de aguas máximas extraordinarias)  
Determinación de la tormenta de diseño

### 1.6.8 Sistemas de control de biogás

La selección y el diseño del método elegido se han de explicar y fundamentar en la normatividad respectiva. Asimismo, de manera general se enuncian especificaciones de obras y equipo destinados a captación, control y tratamiento de biogás.

### 1.6.9 Control de lixiviados

De modo general, se debe proponer el sistema de monitoreo de lixiviados, que por lo menos ha de contar con tres pozos de muestreo, sitios:

En dirección del flujo de las aguas subterráneas antes de llegar al relleno  
Aguas (subterráneas) abajo del sitio  
En el sitio

Se han de proponer sistemas, obras y equipos destinados a control de lixiviados.

### 1.6.10 Obras complementarias

Se describirán las características generales y especificaciones principales de las obras complementarias necesarias para garantizar que la operación del relleno sanitario sea adecuada:

Áreas de acceso y de espera  
Caminos exteriores e interiores  
Cerca perimetral  
Caseta de vigilancia  
Báscula y caseta de pesaje  
Cobertizo y taller de mantenimiento  
Señalamientos  
Oficinas y áreas de servicios  
Proyecto paisajístico

### 1.6.11 Operación del relleno sanitario regional

Según el método de operación seleccionado, se hace una descripción general de las actividades fundamentales que se deben procurar para operación idónea del relleno:

Preparación del terreno  
Sección tipo del terreno; se ilustra la superposición de los estratos de residuos sólidos compactados y cubiertos  
Secciones longitudinal y transversal del terreno, con perfiles inicial y final  
Evolución del plan de acondicionamiento en el tiempo de operación  
Verificación de anchura del frente de trabajo, zona de descarga, acomodo de los residuos  
Conformación de celda  
Dimensiones de celdas diarias acordes con el método seleccionado  
Bancos de material: localización, volúmenes de extracción, programación de extracción

Maniobras requeridas para: extensión y compactación de residuos sólidos; acarreo, empuje y compactación del material de cobertura; cantidad de *pasadas* a los residuos para lograr la compactación deseada; zonas por operar en la temporada; tipo de vehículos, maquinaria y equipo por emplear en el sitio; horas pico de operación

Personal necesario para administración y operación correctas

Compactación de los residuos

Cobertura de los residuos

### 1.6.12 Monitoreo ambiental

Descripción del programa de monitoreo propuesto; comprende frecuencia y parámetros para determinar el grado de contaminación consecuente. Estas actividades están referidas a los factores siguientes:

Aguas subterráneas

Cubiertas de protección (impermeabilización)

Biogás

Lixiviados

Condiciones climáticas

Restauración del sitio

Caminos de acceso

Servicios

### 1.6.13 Estimación de costos de construcción y de operación y mantenimiento

Se deberá elaborar una estimación de los costos de construcción y de operación y mantenimiento del relleno sanitario. Esta última deberá incluir, entre otras cosas el costo del control de lixiviados, biogás y monitoreo ambiental por año.

Los costos de operación y mantenimiento deberán ser amortizados a fin de calcular el costo en términos de valor presente del proyecto durante su vida útil.

### 1.6.14 Clausura y postclausura

El objetivo de la clausura del sitio actual de disposición final es confinar -mediante técnicas ingenieriles- los desechos, de tal manera que los daños al ambiente ocasionados por la descomposición de aquéllos y el asentamiento del terreno sean mínimos.

#### a) Anteproyecto de clausura del sitio

Evaluación de:

Efectos ambientales

Opciones de clausura y saneamiento

Acciones y obras de mitigación para biogás y lixiviados

#### b) Anteproyectos específicos de restauración

Lixiviados

Biogás

Estabilización

c) Monitoreo ambiental de referencia

Se propondrá un método de monitoreo en pozos de biogás, lixiviados y el acuífero. Se propondrán las pruebas necesarias de tipo aerobiológicas y de partículas suspendidas

d) Estimación de costos de construcción y de operación y mantenimiento

Se deberá elaborar una estimación de los costos de construcción y de operación y mantenimiento del programa de clausura y pos-clausura del relleno sanitario. Esta última deberá incluir, entre otras cosas el costo del control de lixiviados, biogás y monitoreo ambiental por año.

Los costos de operación y mantenimiento deberán ser amortizados a fin de calcular el costo en términos de valor presente del proyecto durante su vida útil.

El medio ambiente se afecta por la contaminación, a la que contribuyen los denominados residuos sólidos o simplemente basuras. Esto representa una carga abrumadora engendrada por la prosperidad, favorecida por el crecimiento demográfico, reforzada por la tecnología y casi ignorada por nuestra sociedad.

La comunidad, que protege la salud y seguridad de sus residentes en un medio limpio y atractivo, debe tener un sistema de recogida y disposición final de desechos sólidos eficiente. Sin este sistema la aparición de vectores transmisores de enfermedades, se hace presente.

El crecimiento de la población, así como el desarrollo industrial y la urbanización de los municipios de Amozoc, Acajete y Tepatlaxco de Hidalgo; vienen produciendo un incremento en la cantidad y variedad de los residuos sólidos municipales.

En los municipios mencionados se deben poner en práctica métodos de manejo sanitario eficaces y económicos. La solución de los problemas de almacenamiento, recolección, tratamiento, transformación, aprovechamiento y disposición final de residuos domésticos, comerciales e industriales no peligrosos entre otros, presenta por supuesto no solo complejos e importantes aspectos técnicos, sino también dificultades de orden político, financiero y jurídico, obstáculos de administración pública y de coordinación.

Las consecuencias sanitarias y ambientales de un deficiente servicio de limpieza urbana llegan mucho más lejos que la estética y las simples molestias. Los residuos sólidos urbanos, son cercanos al 10% del total de los producidos, considerando los provenientes de la minería, industria, agricultura, y otros.

Es por ello que los residuos sólidos urbanos son, por encima de los demás tipos de residuos producidos, los más requeridos en la actualidad de un correcto manejo desde su origen hasta su disposición final.

Una problemática de estos residuos es que al ser depositados en los cuerpos receptores, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora su aspecto estético.

Los recolectores que tienen contacto directo con los residuos, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, al uso de equipos inapropiados y por carecer de ropa adecuada, guantes y zapatos de seguridad; muestran una incidencia más alta de parásitos intestinales que la media en la población en general.

Los residuos sólidos contribuyen a la contaminación del suelo, ya sea ofreciendo aspecto desagradable, o a causa de la descarga incontrolada de residuos contaminantes. Sin embargo, la contaminación del suelo no puede ser considerada aisladamente, sino que debe examinarse dentro del objetivo global de controlar la contaminación del agua, aire y suelo.

Los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, generan lixiviados que contienen diversos contaminantes, que pueden afectar los recursos naturales en especial los acuíferos y los cuerpos superficiales de agua. Aunque la naturaleza tiene la capacidad de diluir, extender, degradar, absorber o, de otra forma, reducir el impacto de los residuos no

deseados en la atmósfera, en las vías fluviales y en la tierra, han existido desequilibrios ecológicos allí donde se ha excedido la capacidad de asimilación natural.

## CAPITULO II

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

#### 2.1. - Medio Físico.

##### 2.1.1. - Localización

###### Acajete.

El Municipio de Acajete, se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19° 00' 30" y 19° 11' 06" de latitud norte y los meridianos 97° 53' 54" y 98° 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

###### Extensión

Tiene una superficie de 173.49 km<sup>2</sup> que lo ubica en el lugar número 76 con respecto a los demás municipios del estado.

Sus principales localidades son:

Acajete  
El Atoron.  
Colonia Cardenista (Col. Lázaro Cárdenas).  
El Encinal (Tepetzihuatl.)  
Nuestra Señora del Monte.  
La Providencia.  
Rancho El Tetelito.  
San Agustín Tlaxco.  
San Javier.  
San José Sección Quinta.  
San Juan Tepulco.  
Santa Cruz Buenos Aires.  
Santa María Nenetzintla.  
Tezhal.

Acultzingo.  
Buenavista (Santa Bárbara)  
Cuautenco.  
La Magdalena Tetela Morelos.  
Los Potreros.  
Rancho El Águila.  
El Rincón (Barrio Nuevo).  
San Bartolo Pinal.  
San Jerónimo Ocotitlan.  
San José El Tintero.  
San Martín La Joya.  
Santa Cruz de las Ardillas.  
Tepatlaxco.  
Tlacamilco.

###### Amozoc.

El municipio de Amozoc se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 00'30" y 19° 12' 12" de latitud norte y los meridianos 97° 59'18" y 98° 08' 42" de longitud occidental. Limita al norte con el municipio de Puebla y Tepatlaxco de Hidalgo, al sur con Cuautinchán, al oriente con los municipios de Tepatlaxco de Hidalgo y Acajete y al poniente con el municipio de Puebla.

###### Extensión

Tiene una superficie de 183.70 km<sup>2</sup> que lo ubica en el lugar 70 con respecto a los demás municipios del estado.



## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

---

Sus principales localidades son:

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Amozoc de Mota.                      | Ampliación San Juan.               |
| Casa Blanca.                         | Chachapa.                          |
| Colonia San Bartolo Flor del Bosque. | Concepción Capulac.                |
| Guadalupe Victoria.                  | Jocotzingo (San Diego Jocotzingo). |
| Las Ladrilleras.                     | Paraíso Niños Héroe.               |
| San Jacinto.                         | San José La Laguna.                |
| San Martín.                          | San Mateo Mendizabal 2ª Sección.   |
| San Miguel Cuauhtenco.               | San Salvador Tepalcayuca.          |
| Tepalcayuca (Parada los Pinos).      |                                    |

### **Tepatlxco de Hidalgo.**

El municipio de Tepatlxco de Hidalgo se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 19° 00' 36" y 19° 11' 42" de latitud norte y los meridianos 97° 54' 06" y 98° 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con los municipios de Amozoc y Acajete, al oriente con Acajete y al poniente con Amozoc y el municipio de Puebla.

Extensión

Tiene una superficie de 51.03 km<sup>2</sup> que lo ubica en el 168º lugar con respecto a los demás municipios del estado.

Sus principales localidades son:

Tepatlxco de Hidalgo.  
Coapexco.  
Santa Cruz.  
Tepatlxco.

### **2.1.2. - Climatología.**

#### **2.1.2.1. - Clima.**

Los municipios de Acajete, Amozoc y Tepatlxco de Hidalgo se localizan dentro de la zona de climas templados del valle de Tepeaca; presentan dos tipos de climas:

**C (w<sub>2</sub>) (w): clima templado subhúmedo con lluvias en verano:** La temperatura media anual oscila entre 12 y 18° C., La temperatura del mes frío esta entre 3 y 18°C. La precipitación del mes más seco es mayor de 40 milímetros. El por ciento de precipitación invernal con respecto a la anual es menor de 5.

**C (w<sub>1</sub>) (w): clima templado subhúmedo con lluvias en verano.** La temperatura media anual se ubica entre 12 y 18° C. La temperatura del mes frío esta entre 3 y 18 °C. El porcentaje de precipitación invernal con respecto a la anual es menor de 5.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

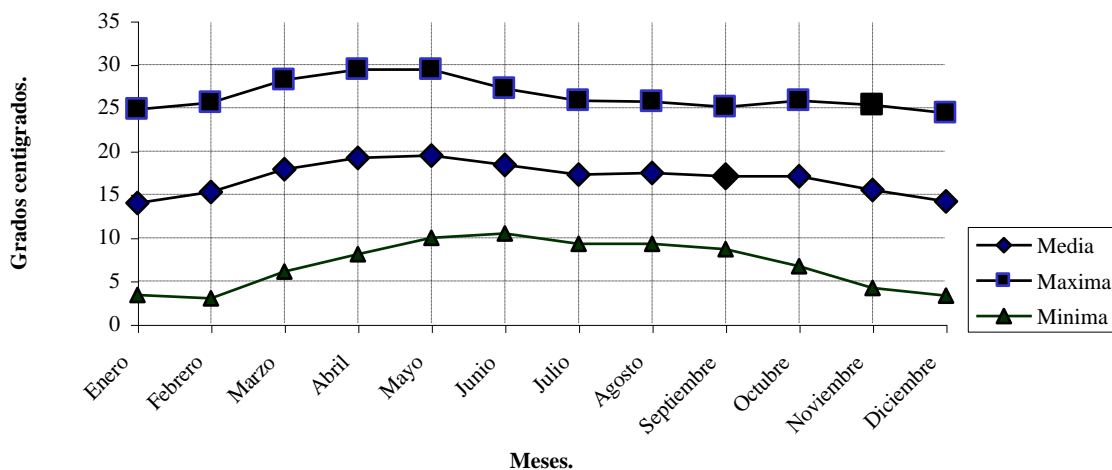
Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.

**Cuadro No. 2.1.2**  
**Temperatura**

| Temp.  | ene  | feb  | mar  | abr  | may  | jun  | jul  | ago  | sep  | oct  | nov  | dic  |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Media. | 14.0 | 15.3 | 17.9 | 19.2 | 19.5 | 18.4 | 17.3 | 17.5 | 17.1 | 17.1 | 15.5 | 14.2 |
| Max.   | 24.8 | 25.6 | 28.2 | 29.4 | 29.4 | 27.2 | 25.8 | 25.7 | 25.1 | 25.8 | 25.3 | 24.4 |
| Mínima | 3.4  | 3.0  | 6.1  | 8.1  | 10.0 | 10.5 | 9.3  | 9.3  | 8.7  | 6.7  | 4.2  | 3.3  |

**Grafica No. 2.1.2.1**

**Temperaturas mensuales.**



Fuente: Normales Climatológicas del Estado de Puebla; CNA, SARH.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.1.2.2 Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.

El viento dominante esta dado por la frecuencia con la que se presenta, así como la dirección de donde procede, en la siguiente tabla se da el viento dominante que se presentó en cuatrimestres durante el año, promedio de treinta años en la Ciudad de Puebla.

**Cuadro No. 2.1.2.2.1 Frecuencia**

|       | <i>enero - abril</i> | <i>mayo - agosto</i> | <i>sept. – dic.</i> |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|
| N     | 1                    | 8                    | 17                  |
| NE    | 2                    | 4                    | 2                   |
| ENE   | 41                   | 6                    | -                   |
| E     | 4                    | 51                   | 44                  |
| SE    | 52                   | 22                   | 8                   |
| S     | 13                   | 31                   | 44                  |
| SSW   | 35                   | 44                   | 33.5                |
| SW    | -                    | 20                   | 20                  |
| NW    | -                    | 1                    | 1                   |
| NNW   | -                    | 2                    | 1                   |
| Calma | 5                    | 2                    | 6                   |
|       | 155                  | 151                  | 149                 |

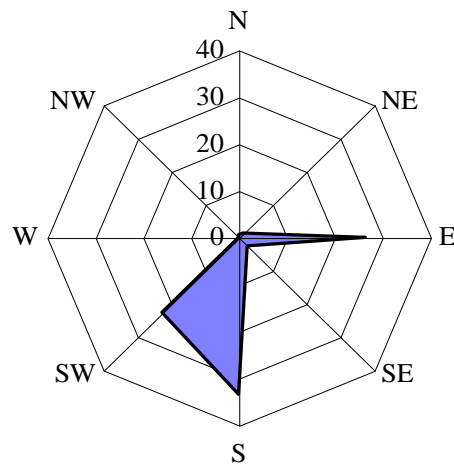
**Cuadro No. 2.1.2.2.2 Frecuencia relativa (%).**

|     | <i>enero – abril</i> | <i>mayo - agosto</i> | <i>sept. - dic.</i> |
|-----|----------------------|----------------------|---------------------|
| N   | 0.6                  | 5.3                  | 11.4                |
| NE  | 1.3                  | 2.6                  | 1.3                 |
| ENE | 1.3                  | 4.0                  | 0.0                 |
| E   | 26.5                 | 33.8                 | 29.5                |
| SE  | 2.6                  | 14.6                 | 5.4                 |
| S   | 33.5                 | 20.5                 | 29.5                |
| SSW | 8.4                  | 2.6                  | 4.0                 |
| SW  | 22.6                 | 13.2                 | 13.4                |
| NW  | 0.0                  | 0.7                  | 0.7                 |
| NNW | 0.0                  | 1.3                  | 0.7                 |

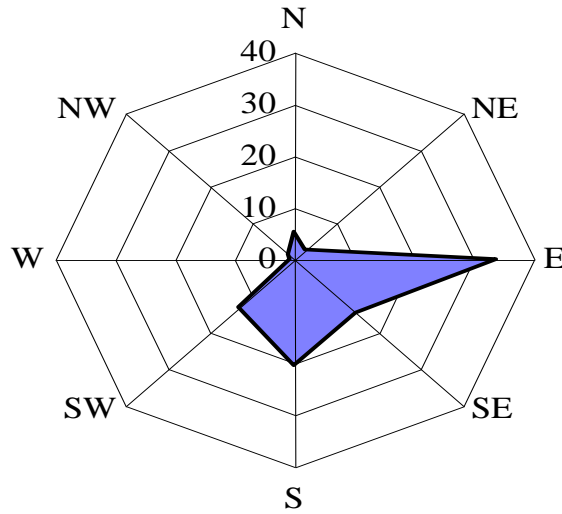
## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

|       | <i>enero – abril</i> | <i>mayo - agosto</i> | <i>sept. - dic.</i> |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Calma | 3.2                  | 1.3                  | 4.0                 |
|       | 100.0                | 100.0                | 100.0               |

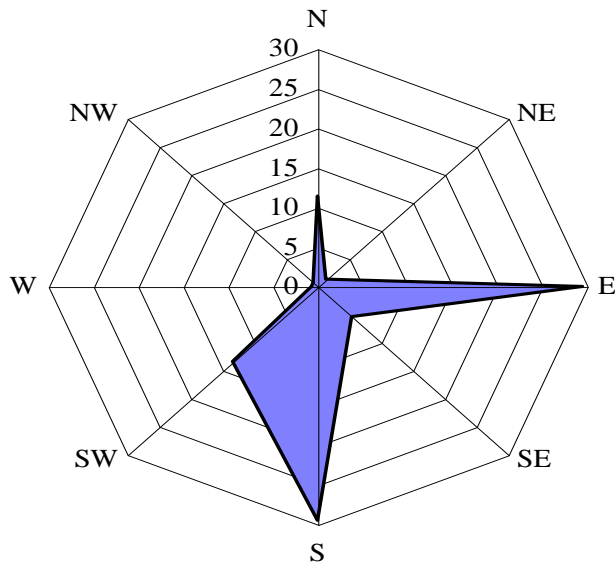
**Figura No. 2.1.2.2 Viento dominante porcentual enero-abril**



**Figura No. 2.1.2.3 Viento dominante porcentual mayo-agosto**



**Figura No. 2.1.2.4 Viento dominante porcentual septiembre-diciembre**

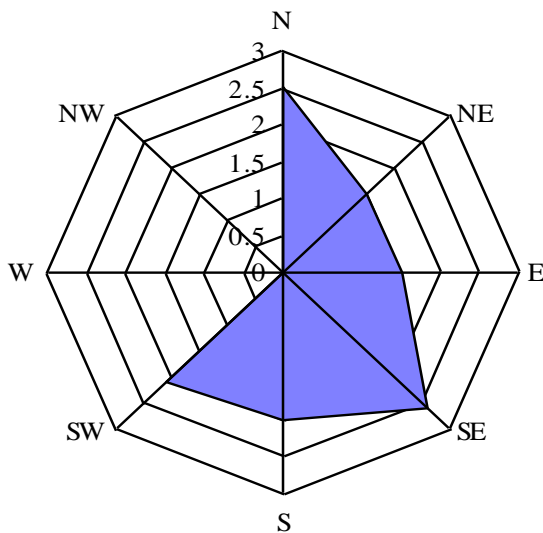


## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

**Cuadro No. 2.1.2.2.5 Velocidad media del viento dominante**

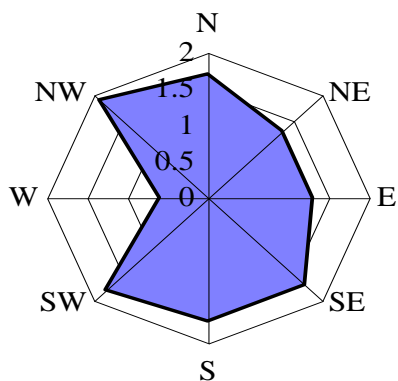
|     | <i>enero – abril</i> | <i>mayo - agosto</i> | <i>sept. – dic.</i> |
|-----|----------------------|----------------------|---------------------|
| N   | 2.5                  | 1.7                  | 1.9                 |
| NE  | 1.5                  | 1.3                  | 1.4                 |
| ENE | 1.5                  | 1.4                  |                     |
| E   | 1.5                  | 1.3                  | 1.2                 |
| SE  | 2.6                  | 1.7                  | 1.7                 |
| S   | 2.0                  | 1.7                  | 1.6                 |
| SSW | 2.4                  | 2.3                  | 1.4                 |
| SW  | 2.1                  | 1.8                  | 1.9                 |
| NW  |                      | 0.6                  | 0.6                 |
| NNW |                      | 1.9                  | 2.8                 |

**Figura No. 2.1.2.5 Velocidad media del viento dominante enero-abril**

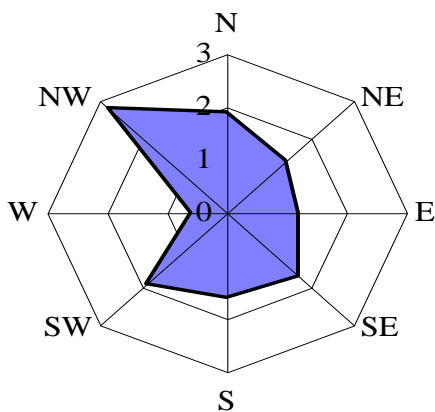


## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

**Figura No. 2.1.2.6 Velocidad media del viento dominante mayo-agosto**



**Figura No. 2.1.2.7 Velocidad media del viento dominante Septiembre-diciembre**



### 2.1.2.3 Humedad relativa y absoluta.

**Cuadro No. 2.1.2.3 Días despejados.**

| <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 20.3       | 21         | 22.7       | 16.43      | 11.56      | 4.41       | 4.06       | 3.79       | 2.26       | 11.67      | 17.07      | 19.42      |

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

**Cuadro No. 2.1.2.3.1 Medio Nublados**

| <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 8.5        | 6.1        | 7.06       | 11         | 13.53      | 14.3       | 17.31      | 16.79      | 14.61      | 12.57      | 9.75       | 8.6        |

**Cuadro No. 2.1.2.3.2 Nublado Cerrado**

| <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 2.23       | 1.13       | 1.24       | 2.56       | 5.9        | 11.3       | 9.62       | 10.41      | 13.11      | 6.75       | 3.17       | 2.96       |

**Cuadro No. 2.1.2.3.3 Rocío**

| <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0.57       | 0.1        | 0.1        | 0.06       | 0.16       | 0.1        | 0          | 0          | 0.03       | 0.03       | 0          | 0.35       |

**Cuadro No. 2.1.2.3.4 Granizo**

| <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0.3        | 0.03       | 0.11       | 0.64       | 0.92       | 0.78       | 0.96       | 1.82       | 0.76       | 0.44       | 0.25       | 0.11       |

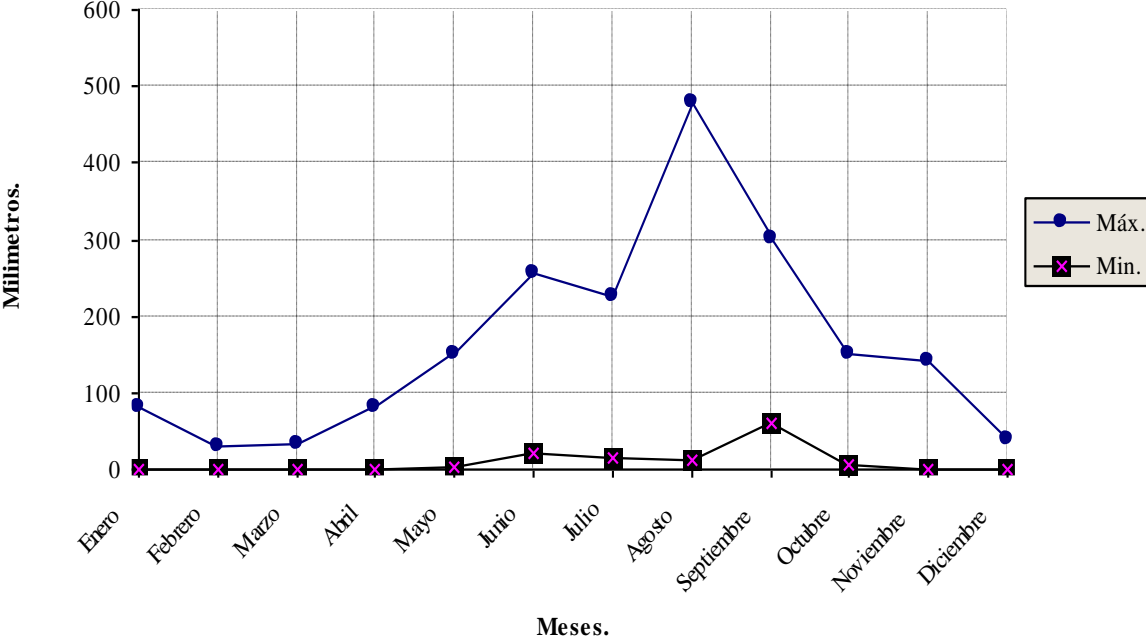
### 2.1.2.4. - Precipitación pluvial.

**Cuadro No. 2.1.2.4 Precipitación promedio mensual,  
anual y extremas (mm).**

|                 | <i>ene</i> | <i>feb</i> | <i>mar</i> | <i>abr</i> | <i>may</i> | <i>jun</i> | <i>jul</i> | <i>ago</i> | <i>sep</i> | <i>oct</i> | <i>nov</i> | <i>dic</i> |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Máx.            | 82.5       | 29.5       | 33.4       | 81.9       | 152.0      | 256.6      | 227.5      | 480.6      | 301.1      | 149.6      | 142.9      | 37.8       |
| Max.<br>24 hrs. | 18.6       | 20.4       | 18.6       | 57.2       | 49.2       | 74.5       | 74.6       | 83.5       | 59.1       | 59.6       | 60.6       | 23.7       |
| Max.<br>1 hora. | 16.8       | 11.3       | 14.0       | 44.0       | 46.8       | 43.0       | 70.5       | 43.5       | 40.0       | 40.0       | 50.0       | 18.0       |
| Mínima          | 0.8        | 1.3        | 0.5        | 0.6        | 4.2        | 21.6       | 14.4       | 11.7       | 61.6       | 6.8        | 0.5        | 0.8        |



Grafica No. 2.1.2.4 Precipitación pluvial



### 2.1.3. - Flora y fauna.

#### Flora.

##### Acajete

El municipio ha perdido la mayor parte de su vegetación original. El área correspondiente a las faldas inferiores de la Malinche debe haber estado cubierto por bosques de pino y encino, que en su mayor parte han sido deforestados. Como últimos vestigios subsisten porciones boscosas de pino-encino y oyamel en los cerros de El pinal, El Tintero y en otros desprendimientos de La Malinche.

##### Amozoc.

La sierra de Amozoc presenta bosques de encino y tascate, con vegetación secundaria arbustiva, así como pequeñas áreas de pastizal inducido. Asimismo, las laderas de la Malinche, aunque han sufrido una fuerte deforestación aun conservan bosques de pino, principalmente de pino chino, ocote y guachinol.

##### Tepatlxco de Hidalgo.

El municipio ha sufrido una fuerte deforestación, pues cuando menos al norte debe haber estado cubierto de bosques de coníferas. En las faldas de la Malinche, quedan solo unos vestigios de pinos cerca de la frontera con Tlaxcala.

Tanto las zonas del valle, como las áreas deforestadas se han abierto al cultivo.

#### Fauna.

Acajete, Amozoc y Tepatlaxco de Hidalgo se encuentran en una zona rural, por lo que es una área agrícola y ganadera de especies menores. Únicamente, se encuentra fauna domestica, nociva y en forma muy rara migratoria; las aves que se encontraron en la zona corresponden a las siguientes especies:

| Nombre común                      | Nombre científico                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Paloma domestica                  | <i>Columba livia.</i>                |
| Colibrí tijereta a.               | <i>Calothorax lucifer.</i>           |
| Golondrina gorjicafe              | <i>Stegidopteryx<br/>serripennis</i> |
| Chipe g. Ventriamarillo           | <i>Vermivora<br/>ruficapilla</i>     |
| Gorrión domestico<br>Ind. Apicola | <i>Passer domesticus.</i>            |

### 2.1.4.-Geología

#### Estratigrafía

La región en estudio contiene rocas sedimentarias del cenozoico cuaternario. Los derrames basálticos del cuaternario, forman parte del vulcanismo básico que dio origen a la configuración del eje neovolcánico. Tiene una extensión amplia especialmente desde el área centro occidental hasta la parte centro oriental del estado, zona en estudio, donde constituyen numerosas estructuras volcánicas, depósitos piroclásticos y derrames. La unidad Q (Igeb), por ejemplo, incluye rocas lávicas basálticas de variada textura, depósitos de material piroclástico y gran cantidad de ceniza fina y escoria.

También, durante el cuaternario, en las últimas etapas del vulcanismo, se emitieron rocas de composición ácida y de textura variada, tales como: riolitas y brechas, arenas y ceniza volcánica, provenientes de magmas silíceos que al enfriarse rápidamente dieron lugar a la formación de estructuras domicas como las derrumbadas y el Cerro Pinto. Dichos materiales se agrupan en la unidad Q(Igea).

Cubre a rocas sedimentarias mesozoicas y a materiales del terciario y cuaternario. Se distribuye hacia la zona norte del estado en las inmediaciones de Teziutlan. Distribuidas en varias zonas del estado, entre las que se encuentra la zona de estudio, afloran diversas unidades sedimentarias semiconsolidadas de reciente formación.

#### Geología Estructural

La faja neovolcánica, se conformo en una zona de fallas de tensión en orientación noreste-sureste, nororient-suroeste, que dieron lugar a grandes fallas tectónicas y aparatos volcánicos. En esta región se presentan rasgos de grandes estructuras de dislocación, que han cortado el territorio poblano en varios cientos de kilómetros. Los principales estratovolcanes de grandes dimensiones son: el Popocatepetl, el Iztaccihuatl, el Pico de Orizaba y la Malinche. Estas grandes estructuras se forman por emisiones alternadas de producto piroclástico y derrames lávicos. Además muestran evidencias de emisiones fisurales y numerosos conos adventicios que se han desarrollado en sus laderas.

#### Geología Económica

Yacimientos minerales no metálicos

En el municipio de Amozoc, existen diez plantas para el corte, laminado, parqueado, y pulido de rocas calcareas. De estas, seis son plantas para mármol y carbonato de calcio y una para caliza.

En los municipios de Acajete y Tepatlaxco de Hidalgo, existen numerosos bancos para extraer arena.

### 2.1.5.-Hidrogeología

El objetivo del estudio geohidrológico es la localización de los mantos acuíferos, su caudal, velocidad del agua, dirección del flujo y el corte litológico del acuífero, todo lo cual permitirá establecer la línea máxima de excavación en la operación del relleno sanitario.

Debido a que las corrientes superficiales en la entidad poblana son escasas y reducidas, sobre todo en el centro y sur, el agua subterránea, reviste gran importancia en el desarrollo social y económico del estado.

Exceptuando los ríos Atoyac y Nexapa, las demás fuentes de suministro de agua que sustentan la economía estatal son de origen subterráneo.

La disponibilidad del agua en el subsuelo es un factor que condiciona la factibilidad de incrementar el desarrollo económico del estado.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) establece cinco grandes zonas geohidrológicas para el estado de Puebla: Valle de Puebla, Cuenca de Oriental, Tecamachalco, Atlixco-Izucar de Matamoros y Tehuacan, las que a su vez contienen una o más áreas de explotación. Estas zonas ocupan una extensión aproximada del 43% de la superficie estatal.

Los materiales que conforman los acuíferos son, en general, de origen aluvial, que incluyen sedimentos cuaternarios no consolidados consistentes en gravas, arenas, limos y arcillas, así como cenizas volcánicas lavas basálticas y rocas carbonatadas.

La mayoría de los acuíferos explotados son de tipo libre.

La zona de estudio que comprende a los municipios de Amozoc, Acajete y Tepatlaxco de Hidalgo se encuentra enclavada en la cuenca del valle de Puebla, el cual se sitúa en la parte centro-oriental del estado. Se extiende entre las elevaciones de la Malinche y el Iztacciatl. Hacia el norte limita con el estado de Tlaxcala y al sur llega a los poblados de Santa Isabel Cholula y Totimehuacan.

El Valle comprende dos zonas de explotación: una, es la zona de San Martín Texmelucan que ocupa la totalidad del Valle.

La segunda es la que incluye el área conurbada de la ciudad de Puebla y se extiende por el oriente a los municipios de Amozoc, Tepatlaxco de Hidalgo y Acajete, penetrando aquí, en la zona geohidrológica de Tecamachalco.

El acuífero del Valle de Puebla está constituido, en su parte superior por materiales aluviales no consolidados, conformados por grava, arena y arcilla que, en conjunto, presentan una permeabilidad general de media alta a alta.

Existen también horizontes de travertino de algunas decenas de metros de espesor.

La parte inferior del acuífero está formada por basalto, toba y andesita fracturada de varios cientos de metros de espesor, los cuales están limitados en su parte inferior por rocas calcáreas que, se consideran como el basamento geohidrológico de la cuenca.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

---

Ambas partes, se encuentran separadas por un gran horizonte arcilloso poco permeable. La parte inferior del acuífero contiene agua sulfurosa en algunos sectores del sur y suroeste de la ciudad de Puebla.

La recarga procede principalmente de la precipitación pluvial captada al interior del valle y de los cuerpos receptores derivados de la sierra Nevada o Fría y de la Malinche.

El balance global del acuífero permite establecer que la condición del acuífero es de equilibrio.

En lo particular el estudio hidrogeológico del subsuelo en el terreno para el relleno sanitario tiene como objetivo específico permitir la determinación de la estratigrafía y las posibilidades de saturación de acuerdo a las resistividades calculadas hasta una profundidad de 120 m. El estudio, se presenta por separado.

En los cortes geoelectricos del estudio que forma parte del expediente se puede observar:

La estratigrafía que se obtuvo mediante tres sondeos y que se conforma en los primeros 40 m, de estratos predominantemente arcillosos. En la profundidad explorada no se alcanzó nivel de saturación de agua.

En el estudio geohidrológico de referencia se concluye que en los cortes geoelectricos, no se manifiesta posibilidad de saturación de agua a lo largo de los primeros 100 m, de profundidad. Así mismo, la transminación y percolación de líquidos es muy lenta por el predominio de las arcillas.

### 2.1.6.-Geotécnia

Con la finalidad de obtener la estratigrafía superficial en el terreno seleccionado para el relleno sanitario, se realizó un estudio de mecánica de suelos, mismo que se integra al proyecto ejecutivo.

Los resultados obtenidos fueron:

- Superficialmente se tiene un espesor de 0.40 m, de material areno limoso contaminado con materia orgánica.
- Subyaciendo el material de despalme y hasta una profundidad de 3.70 m, se tienen arenas limosas de baja plasticidad.
- En la profundidad de desplante no se encontró el nivel de aguas freáticas

En lo que se refiere a las conclusiones del estudio se pueden mencionar las siguientes:

- La capacidad de carga del terreno a una profundidad de 2 m es de 9.65 Ton/m<sup>2</sup>. igual a 0.96 kg/cm<sup>2</sup>.
- En las zonas donde se realice la excavación para el depósito de los residuos sólidos, se deberá de mejorar el terreno, colocando primeramente una capa de 0.25 m, formada de un material areno-arcilloso, posteriormente una segunda capa del mismo material y espesor pero estabilizándolo con un 3%, en volumen, de cal. En ambas capas se debe efectuar una compactación al 95% de su P.V.S. Máx. (Proctor S.C.T.)

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.2. - Medio social.

#### 2.2.1. - Población.

##### Acajete.

En el año 2000 el municipio contaba con 49,435 habitantes, una densidad de población de 285 habitantes por kilómetro cuadrado y una tasa de crecimiento anual de 2.0%.

Tiene una tasa de natalidad de 33.2 %; una tasa de mortalidad de 5.4 % y una tasa de mortalidad infantil de 29.8 %.

| Municipio | 2000   |
|-----------|--------|
| Acajete   | 49,435 |

##### Amozoc.

En el año 2000 el municipio contaba con 64,303 habitantes, una densidad de población de 350 habitantes por kilómetro cuadrado y una tasa de crecimiento anual de 4.42 %.

La tasa de natalidad es de 32.7%, la de mortalidad de 3.4%; y la tasa de mortalidad infantil es de 34.1 %.

| Municipio | 2000   |
|-----------|--------|
| Amozoc    | 64,303 |

##### Tepatlxco de Hidalgo.

En el Año 2000 el municipio contaba con 14,275 habitantes, siendo 6,941 hombres y 7,334 mujeres, con una densidad de población de 280 habitantes por kilómetro cuadrado y una tasa de crecimiento anual de 0.97 %.

Tiene una tasa de natalidad de 24.0%, una tasa de mortalidad de 5.9 % y una tasa de mortalidad infantil de 20.8 %

| Municipio            | 2000   |
|----------------------|--------|
| Tepatlxco de Hidalgo | 14,275 |

#### 2.2.2. - Educación, cultura, recreación.

##### Educación.

##### Acajete.

El municipio cuenta con infraestructura educativa en los niveles de: preescolar, primaria, secundaria general, secundaria técnica industrial y telé secundaria.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

---

### **Amozoc**

De acuerdo con las cifras de 1997 el municipio contaba con un total de 38 escuelas; de las cuales 17 son de enseñanza preescolar con 1,531 alumnos; 13 escuelas primarias con 6,557 alumnos; 3 secundarias con 2,082 alumnos; 4 telé secundarias con 682 alumnos y una de bachillerato con 140 alumnos. Asimismo, cuenta con casa de cultura denominada “El Rosario” y biblioteca, ubicadas en el centro de la cabecera municipal.

### **Tepatlxco de Hidalgo.**

Hasta 1997 el municipio contaba con un total de 12 planteles educativos; de los cuales 4 son de enseñanza preescolar formal con 554 alumnos; 6 de primaria formal con 2,705 alumnos; una de secundaria con 260 alumnos; y 1 de bachillerato con 45 alumnos. Además cuenta con una biblioteca municipal para servicio de la comunidad.

### **Cultura.**

#### **Acajete**

Fiestas populares: el 6 de agosto se celebra a Nuestro Padre Jesús, fiesta titular; hay procesiones y danzas de los “Tecuanis” y “Doce Pares de Francia”. Se celebra la Semana Santa y Todos Santos y Difuntos.

#### **Amozoc**

Fiestas danzas y tradiciones.

La fiesta principal es el 15 de agosto en honor a la Santísima Virgen María bajo la advocación de Asunción que se lleva a cabo con la preparación durante el quincenario participando los barrios con procesiones hasta la parroquia ofreciendo cánticos y alabanzas.

En el barrio de la Preciosa Sangre ubicada al norte de la cabecera se representan a los clásicos “matachines”.

En semana Santa, en la noche del miércoles Santo se llevan en procesión a todos los cristos por las calles Adoración del Santísimo durante todo el año en cuatro puntos repartidos en el municipio. El Santo Jubileo celebrado en la cabecera del 13 al 16 de enero con procesiones. Fiestas de los Reyes Magos el 6 de enero con sus pastores que rezan al señor Jesús y recitan versos. El día de la Candelaria, se bendicen imágenes religiosas, bendición de casas juntamente con el Santo de devoción de la familia, en la fiesta de cada barrio se elaboran fiestas en honor del santo patrón. En la fiesta de la Virgen de Guadalupe se realiza una procesión nocturna al cerro del Tepeyac-Amozoc el 11 de diciembre. El 1 y 2 de noviembre se presentan ofrendas y se pide la calavera.

Las mayordomías:

Los trece barrios y las cuatro colonias que forman la localidad tienen establecida,

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

---

Además, del templo parroquial y el exconvento franciscano, diversas mayordomías o cofradías para su santo patrón. Y es que se trata de guardarles culto a través de una misa y un rosario mensuales, así como una celebración anual.

Los vecinos hacen una colecta mensual el día de la misa. El ritual no deja de ser conmovedor: un día antes de la fiesta en honor del Santo patrón se da señas con un repique de campanas y se queman cohetes para anunciar a la feligresía que habrá misa horas después en honor de la imagen respectiva. El número de campanas revela el Santo del que se trata.

### **Tepatlxco de Hidalgo**

Fiestas populares.

El 20 de enero, fiesta patronal a San Sebastián. El Domingo de Ramos y el 12 de Diciembre a la virgen de Guadalupe; estas se celebran con misas, juegos pirotécnicos, juegos mecánicos, adornos florales y bailes populares.

El carnaval que es el primer domingo después del miércoles de ceniza se baila la danza de los huehues.

Se conmemora la Semana Santa con misas y procesiones, y el 1° y 2 de noviembre, Todos Santos, con ofrendas y arreglos florales y el 24 de diciembre Nochebuena.

### **2.2.3. - Salud.**

#### **Acajete.**

El municipio cuenta con 9 unidades médicas, con 11 médicos atendiendo a una población usuaria de 31,729.

Dos unidades pertenecen a IMSS solidaridad, contando con dos médicos, atendiendo a una población de 12,764 habitantes.

Seis unidades pertenecen a SS contando con 6 médicos, atendiendo a una población de 17, 765 personas.

Una unidad que pertenece al HU-BUAP, cuenta con 3 médicos, atendiendo a una población usuaria de 1,200 personas.

Además, existen 2 casas de Salud de la SS.

#### **Amozoc.**

La atención a la salud se proporciona a través de las siguientes instituciones:

Centro de Salud, que da servicio de consulta general, área de vacunas y servicio dental.



## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

Cruz Roja Mexicana, delegación que esta en la cabecera municipal, en Plaza de la Constitución numero 23, cuenta con tres médicos y cuatro paramédicos, dos ambulancias para traslados en carretera y se da apoyo a la caseta de Caminos y Puentes Federales de ingresos las 24 horas.

Clínica particular América, ubicada en la carretera federal Puebla–Tehuacan kilómetro 17. Existe, además otra que se localiza en la calle 3 oriente barrio de San Ángel la cual da servicio general al público con la especialidad en Urología.

También, se ha proporcionado a la comunidad otros servicios a través del DIF municipal mediante programas de atención a los ancianos, a jóvenes, minusválidos, talleres (decoración, cocina y repostería, primeros auxilios, taquimecanografía, tejido, peluquería, aeróbicos y corte y confección) y el servicio de comedor al publico.

### Tepatlxco de Hidalgo.

El municipio tiene 2 unidades medicas, perteneciendo una al IMSS-Solidaridad y otra a SS, ambas de asistencia social. Proporcionan servicio a una población usuaria de 20,278 personas, atendidas por un medico y una enfermera en cada unidad.

### 2.2.4. - Vivienda.

#### Acajete.

De acuerdo al conteo de 95, los habitantes del municipio, se alojaban en 7,965 viviendas con un promedio de 5.9 habitantes por vivienda.

El promedio de cuartos por vivienda es de 1.7. Del total de estas el 47.04 por ciento tienen muros de adobe, el 43.08 por ciento de ladrillo y el 9.88 por ciento de madera u otros materiales. El concreto se emplea en el techo del 47.23 por ciento, la teja en el 15.42 por ciento, la madera en el 3.25 por ciento, la palma en el 18.95 % y otros materiales en el 15.15 %. En el 42.59 % de las casas, el piso es de tierra.

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a las apreciaciones del H. Ayuntamiento en las principales localidades es:

**Cuadro No. 2.2.5 Servicios en las principales localidades**

| Servicios   | Principales Localidades |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   | 1                       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|   | %                       | %  | %  | %  | %  | %  | %  | %  | %  | %  |
| Agua Potable  | 40                      | 60 | 80 | 60 | 60 | 80 | 80 | 80 | 80 | 60 |
| Alumbrado Publico                                     | 60                      | 70 | 70 | 50 | 60 | 80 | 70 | 70 | 60 | 60 |
| Drenaje   | 80                      | 80 | 90 | 60 | -  | 70 | 40 | 60 | 60 | 60 |
| Recolección de basura y limpieza de las vías publicas | 60                      | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Seguridad Publica                                     | 80                      | 60 | 80 | 60 | 40 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 |
| Pavimentación   | 50                      | 40 | 60 | 40 | -  | 60 | -  | 30 | 20 | 20 |
| Mercados  | 60                      | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -- | -  | -  |

Donde: 1. - Acajete.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

2. - La Magdalena Tetela.
3. - San Agustín Tlaxco.
4. - San Jerónimo Ocotitlan.
5. -San Juan Tepulco.
6. - Santa María Nenezintla.
7. - Inspectoría Tlacamilco.
8. - San Antonio Tlacamilco.
9. - Santa María Tepetzala.
10. - Inspectoría Apango.

### Amozoc.

Según el conteo de 95, el municipio cuenta con un total de 10,566 viviendas particulares habitadas. El material que se utiliza principalmente para la construcción de techos, paredes y pisos es el concreto, tabique, block o cemento.

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a las apreciaciones del H. Ayuntamiento en las principales localidades es:

**Cuadro No. 2.2.5.1 Cobertura de servicios en las principales localidades**

| <b>Servicios</b>      | <b>Localidades</b> |                             |                           |                             |                 |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|
|                       | <b>Amozoc</b>      | <b>Casa Blanca Chamizal</b> | <b>Concepción Capulac</b> | <b>San Mateo Mendizabal</b> | <b>Chachapa</b> |
|                       | %                  | %                           | %                         | %                           | %               |
| Agua Potable          | 60                 | 80                          | -                         | 60                          | 80              |
| Alumbrado Publico     | 30                 | 20                          | 10                        | 30                          | 40              |
| Drenaje               | 60                 | 80                          | -                         | 50                          | 50              |
| Recolección de Basura | 90                 | -                           | -                         | -                           | -               |
| Seguridad Publica     | 20                 | -                           | -                         | -                           | -               |
| Pavimentación         | 30                 | -                           | -                         | -                           | 40              |
| Mercados              | 80                 | -                           | -                         | -                           | -               |

### Tepatlxco de Hidalgo.

Conforme al conteo de 95, el municipio cuenta con un total de 2,513 viviendas particulares habitadas. El material que se utiliza, principalmente para la construcción de techos, paredes y pisos es el concreto, tabique, block ó cemento.

### 2.2.5. - Comunicaciones y transportes.

#### Acajete.

La carretera federal que comunica con el Estado de Veracruz, atraviesa el municipio de oeste a suroeste. Se le une al oeste una carretera estatal, que corre de oeste a noroeste, atravesando el municipio de Tepatlxco de Hidalgo y vuelve a entrar a Acajete. En los límites del municipio se ramifica: un ramal se dirige hacia Nopalucan y el otro al estado de Tlaxcala. Una carretera secundaria procede de Amozoc y atraviesa el municipio por el suroeste.

## II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO

Existe en la cabecera municipal una estación del ferrocarril Puebla – Veracruz.

Cuenta con servicio de correo y teléfono. Recibe la señal de cadenas de TV y de estaciones radiodifusoras, así como periódicos nacionales y estatales. El servicio de transporte foráneo, de carga y pasajeros es prestado por cuatro líneas.

**Cuadro No. 2.2.5.2 Servicios en las principales localidades**

| <i>Clase de oficina</i>         | <i>1994<br/>Municipio.</i> |
|---------------------------------|----------------------------|
| Correos                         | 2                          |
| Administraciones                | 1                          |
| Oficinas de servicios directos. | -                          |
| Agencias                        | 1                          |
| Expendios                       | -                          |
| Telégrafos                      |                            |
| TOTAL                           | 1 b/                       |
| Administraciones                | -                          |
| Agencias                        | 1                          |

b/ Se refiere a agencia telegráfica COTEL.

Fuente: Servicio Postal Mexicano. Gerencia Estatal. Unidad de Planeación y Estadística.

### **Amozoc.**

La carretera federal Puebla – Orizaba y la carretera Federal Puebla – Tehuacan, atraviesan el municipio de este a oeste, pasando la segunda por la cabecera municipal. De estas parte una carretera estatal hacia el noreste y una carretera secundaria que se dirige hacia el norte. Los ferrocarriles Puebla – Oaxaca atraviesan el municipio y cuentan con una estación en la cabecera municipal.

El servicio de transporte foráneo de pasajeros es prestado por las siguientes líneas: Auto transportes “Puebla Amozoc”, Auto transportes “Puebla, Amozoc y San Salvador Chachapa” ruta 67, Unión Independiente de auto transportes “Puebla Amozoc”.

Otras líneas que transitan a diferentes partes del estado y que tiene lugar de peaje en esta población de Amozoc son: Autobuses Surianos, Autobuses Unidos (AU), autobuses Puebla - Ixcaquixtla, Autobuses Puebla - Huamantla, Autobuses Puebla- Oriental, Autobuses Puebla - Tepatlaxco.

Cuenta con servicio de correo, telégrafo y teléfono. Recibe señal de cadenas de TV y estaciones radiodifusoras, así como periódicos, nacionales y locales.

### **Tepatlaxco de Hidalgo**

Una carretera estatal pasa por su cabecera y la comunica, por un lado, con Acajete y Amozoc; en este último punto entronca con una carretera estatal que va a Puebla, Tepeaca, Cuapiaxtla, Tecamachalco, Yehualtepec, Tlacotepec de Benito Juárez, Tepanco de López y Tehuacan; por otro lado el camino llega a las comunidades de Acajete, Nopalucan, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa y Oriental. También cuenta con autopista que lo comunica con México, Veracruz y la capital del Estado.

## **II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO**

---

El servicio de transporte foráneo de pasajeros es prestado por las líneas Surianos, VIA, ORO y transporte colectivo (combis y microbuses).

Cuenta con servicio de teléfono y correo. Recibe la señal de cadenas de T.V. y de estaciones radiodifusoras, así como periódicos.

### **2.3. - Medio económico.**

#### **2.3.1. - Población económicamente activa.**

##### **Acajete.**

La PEA del municipio según el censo de 1990 fue del 22.65% respecto a la total. El sector primario absorbe el 32.01%, el secundario el 31.89% y el terciario el 30.43%.

##### **Amozoc.**

La PEA, del municipio conforme al censo de 1990 fue del 25.62%. Su distribución por sectores es de la siguiente manera; sector primario con el 12.30%, sector secundario con el 50.37% y el sector terciario con el 32.12%.

##### **Tepatlxco**

La población económicamente activa del municipio (PEA) en 1990, fue de 3,032 habitantes. Es decir, el 24.95% del total. Por lo que se refiere a su distribución por sectores, el primario contiene el 23.85 por ciento, el sector secundario el 45.65 por ciento, y el sector terciario participa con el 24.51 por ciento.

#### **2.3.2. - Actividades económicas.**

##### **Acajete**

El municipio pertenece a la región socioeconómica "V" con cabecera en la ciudad de Puebla, Pue., al distrito local electoral 16 y al distrito federal electoral 7, ambos con cabecera distrital en Tepeaca, al distrito judicial 15 con sede en Tepeaca, además pertenece a la jurisdicción sanitaria (SS) 09 con sede en el municipio de Tepexi de Rodríguez y a la Corde (SEP) 09 con cabecera en Tepeaca.

##### **Amozoc**

El municipio pertenece a la región socioeconómica "V" con cabecera en la ciudad de Puebla, Pue., al distrito local electoral 16 y al distrito federal electoral 7, ambos con cabecera distrital en Tepeaca, al distrito judicial 12 con sede en Tecali de Herrera, además pertenece a la jurisdicción sanitaria (SSA) 09 con sede en el municipio de Tepexi de Rodríguez y a la Corde (SEP) 09 con cabecera en Tepeaca.

### **Tepatlxco**

El municipio pertenece a la región socioeconómica "V" con cabecera en la ciudad de Puebla, Pue., al distrito local electoral 16 y al distrito federal electoral 7; ambos con cabecera distrital en Tepeaca, al distrito judicial 15 con sede en Tepeaca, además pertenece a la jurisdicción sanitaria (SSA) 09 con sede en el municipio de Tepexi de Rodríguez y a la Corde (SEP) 09 con cabecera en Tepeaca.

#### **2.3.2.1. -Agricultura**

##### **Acajete**

Dentro de esta actividad se cultivan maíz, frijol, el trigo y el alverjón. Con respecto a cultivos perennes se dedican al durazno, manzana y pera. También, se cultivan alfalfa y cebada.

##### **Amozoc**

Dentro de esta actividad se cultivan maíz, frijol, haba y trigo. Entre los productos frutícolas encontramos plantaciones de capulín, durazno y pera.

### **Tepatlxco**

Se cuenta con la producción de maíz y frijol principalmente. En la fruticultura, se cultiva manzana, capulín y durazno.

#### **2.3.2.2. -Ganadería**

##### **Acajete**

Se cría ganado bovino, caprino, porcino, ovino, equino, asnal y mular. Se crían ,también, conejos, así como diversas aves.

##### **Amozoc**

Se cría ganado bovino para carne y leche, porcino, caprino y ovino. Se incluyen, asnal, mular y la cría de conejos, además de gran diversidad de aves.

### **Tepatlxco**

Se cuenta con ganado de traspatio, entre los que se cuenta el bovino, caprino, porcino y equino, principalmente, además existen otros como el mular, asnal y diferentes variedades de aves.

### 2.3.2.3. -Industria

#### **Acajete**

Existe una fabrica de joyería donde se elaboran aretes de fantasía, fabricación de ropa y en menor escala productos de cuero y pieles así como la elaboración de quesos.

#### **Amozoc**

Fabricación de prendas de vestir, muebles, excepto, los de metal y plástico, industria química, productos de hule y plástico, productos de minerales no metálicos, industrias metálicas básicas, productos metálicos, excepto maquinaria y equipo, maquinaria y equipo eléctrico y electrónico, equipo de transporte y sus partes; destacando la alfarería, herrería, platería en esta ultima sobresalen las espuelas y otros objetos de joyería (aretes, pulseras, pisa corbatas, anillos, collares, etc.) y la juguetería de barro.

#### **Tepatlxco**

La principal actividad industrial es la fabricación de huaraches, alpargatas y todo tipo de calzado, actualmente existen 3 fabricas. Asimismo, se elaboran vigas de madera.

## CAPITULO III

### 3.1. - Diagnóstico de la situación actual.

#### 3.1.1. - Producción y composición de los residuos

A grandes rasgos, la producción de residuos y su composición son función de la población, el nivel de vida y grado de desarrollo económico, los hábitos de consumo asociados a un determinado nivel de renta, los métodos de acondicionamiento de los productos, la época del año, el movimiento de la población durante el periodo vacacional y otros.

En general, la composición de las basuras es función de:

- El hábitat geográfico de la población.
- La época de producción de los residuos.
- El status o nivel social, de la población.
- Los hábitos de consumo (especialmente el alimenticio).
- El tipo de producción agraria.
- La estructura económica del entorno.
- Las motivaciones exteriores de consumo.

Lógicamente, la actual evolución de los estadios industriales, agrarios, agroindustriales acarrea un incremento y una diversificación de la producción de bienes y servicios. Esto crea una demanda sobre los recursos naturales e implica una generación importante de residuos sólidos.

En estricto rigor, es importante acotar que debido a motivos de carácter práctico en la medición muchas de las cifras presentadas en la bibliografía corresponden a tasas de disposición o a tasas de recolección, pero no a tasas de producción de residuos sólidos, las que en general no son iguales entre sí.

A fin de aclarar este último punto, cabe consignar las principales razones por las cuales existe diferencia entre las tasas de producción y las de recolección o disposición final:

- En núcleos pequeños, la dispersión de la población puede influir en que la recolección no se haga extensiva a su totalidad. Los datos de producción de residuos sólidos se obtienen generalmente a partir de las cifras en tonelaje obtenidas por los servicios de recolección de basuras, divididas por el número de habitantes estimado.
- Los estratos sociales de inferior nivel de vida pueden producir menos cantidad de residuos en razón de un menor consumo, especialmente si es de tipo más o menos suntuario (papel, plásticos, envoltorios, etc.). No parece que hayan diferencias substanciales en la producción residual orgánica.
- Igualmente puede efectuarse "in situ" una cierta recuperación de parte de los residuos, actividad especialmente comprobada en los estratos de menor nivel de vida

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

(recuperación y venta de papeles y periódicos, ciertos envases de vidrio, pan, etc.). Esta modalidad de recuperación domiciliar se efectúa también en las pequeñas aglomeraciones de tipo rural y da lugar a la utilización de residuos para la alimentación de animales domésticos.

- Incluso para algunos barrios, determinadas y tradicionales formas de distribución de los productos alimenticios (comercios de verduras y frutas, bodegas, lecherías, etc.) en que interviene por ejemplo, de forma más significativa la utilización de envases consignados, o bien, existe una menor venta de productos elaborados, pueden provocar una disminución de las tasas de producción de residuos sólidos.
- También, las variaciones estacionales suelen influir de forma significativa en las tasas de producción y se corresponden también con las variaciones en la actividad económica (debidas a vacaciones y días festivos). Las variaciones estacionales provocan reducciones o incrementos en las tasas de producción, según sean núcleos urbanos muy industrializados o ciudades receptoras de veraneantes o visitantes.

**Cuadro No. 3.1.1 Composición de residuos domésticos en diversos países (porcentaje del peso total)**

| País   | Cartón y papel | Metal | Vidrio | Textil | Plásticos | Orgánicos | Otros e inerte |
|--------|----------------|-------|--------|--------|-----------|-----------|----------------|
| Brasil | 25.0           | 4.0   | 3.0    | -      | 3.0       | -         | 65.0*          |
| México | 20.0           | 3.2   | 8.2    | 4.2    | 6.1       | 43.0      | 27.1           |
| Chile  | 18.8           | 2.3   | 1.6    | 4.3    | 10.3      | 49.3      | 13.4           |

FUENTES: OPS. El manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental NE 15. 1995.

OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos. 1996.

OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

OPS; BID. Informes de expertos locales para el presente diagnóstico. 1996.

\*Incluye residuos textiles y orgánicos

#### 3.1.2. - Densidad de los residuos sólidos.

El cálculo de volumen medio de recolección en origen hasta los dispositivos de almacenamiento para su transferencia o para su tratamiento, debe tener en cuenta; la clase de basuras, su densidad y su capacidad de compresión por los medios habitualmente utilizados.

Los sistemas mecánicos de transporte que utilizan los Organismos Operadores Municipales, permiten incrementar sensiblemente la densidad de los residuos transportados y de esta forma optimizar los costos derivados de esta operación debido a que aumenta la relación ton/Km. (peso transportado por Km. recorrido).

La densidad en origen varía desde 80 Kg/m<sup>3</sup> hasta 250 Kg/m<sup>3</sup> en contenedor, para pasar a 400 Kg/m<sup>3</sup> en una caja compactadora de recolección convencional, hasta llegar a un relleno sanitario donde se pueden alcanzar entre 500 y 1.000 Kg/m<sup>3</sup>. Estas cifras son altamente dependientes de la granulometría, edad, humedad de los residuos.



#### 3.1.3. - Generación.

Al contrario de lo que ocurre en la naturaleza, donde no se generan residuos pues los desechos de un proceso biológico se aprovechan en otro, el hombre ha desarrollado actividades y procesos productivos lineales que consumen grandes cantidades de energía y agua, y produce residuos en la misma proporción.

A los residuos, en la mayoría de las instancias, el generador los considera como aspectos negativos, periféricos a sus actividades y como posible fuente de ingresos. Por lo general, se deshace de ellos a través de su vertimiento en tiraderos. Los impactos ocasionados al ambiente y la salud humana por la eliminación inadecuada de residuos, han llevado a establecer regulaciones para su control y manejo ambientalmente idóneos. También, políticas para reducir su generación, estimular su reuso y reciclado; recuperación de materiales con valor económico con el objetivo de alcanzar un desarrollo sustentable.

Los problemas que enfrenta el manejo de los residuos sólidos municipales de los municipios en estudio se han agudizado dada la transformación de la sociedad y al elevado índice de crecimiento urbano.

Por lo tanto, el conocimiento de la cantidad y composición de la basura generada en la fuente es uno de los datos mas relevantes para el establecimiento de un sistema integral para la gestión ambiental adecuada de los Residuos Sólidos Municipales (RSM).

Es importante destacar que, en ocasiones se utiliza indistintamente el indicador per-capita domiciliario y el per-capita municipal. Esto podría originar confusión en el calculo de la generación, debido a que el domiciliario corresponde a la cantidad de residuos generados solo dentro de casas habitación y no considera residuos producidos en fuentes comerciales, de servicios especiales y en la vía publica. En el siguiente cuadro se puede observar la generación per-capita de las principales fuentes en zonas similares. Y en el cuadro subsecuente, la generación per-capita domiciliaria.

**Cuadro No. 3.1.3 Generación unitaria por fuente generadora.**

| <i><b>Tipos de fuente generadora</b></i> | <i><b>Subclasificación.</b></i>   | <i><b>Generación unitaria de residuos sólidos.</b></i>  |
|--|---|---|
| Domiciliarios                            | Unifamiliar y plurifamiliar   | 0.605 kg/habitante/día  |
| Comercios                                | Establecimientos comerciales<br>Tiendas de autoservicio<br>➤ Tiendas departamentales<br>➤ Locales comerciales<br><br>Mercados<br>➤ Carnes<br>➤ Frutas y legumbres<br>➤ Abarrotes<br>➤ Preparación de alimentos<br>➤ Varios<br>Mercado sobre ruedas-tianguis | 637.000 kg/establecimiento/día<br>368.000 lg/establecimiento/día<br>6.650 kg/local/día.<br><br>4.430 kg/local/día<br>7.920 kg/local/día<br>1.025 kg/local/día<br>14.960 kg/local/día<br>0.083 kg/local/día<br>575.800 kg/tianguis/día |

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

| <i><b>Tipos de fuente generadora</b></i> | <i><b>Subclasificación.</b></i>   | <i><b>Generación unitaria de residuos sólidos.</b></i>   |
|--|---|--|
| Servicios                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Restaurantes y bares</li> <li>Centros de espectáculos y recreación</li> <li>➤ Centros de espectáculos</li> <li>➤ Instalaciones deportivas</li> <li>➤ Centros culturales</li> <li>Servicios públicos</li> <li>➤ Oficinas de servicios</li> <li>➤ Servicios de reparación y mantenimiento</li> <li>➤ Estaciones de gasolina</li> <li>Hoteles</li> <li>➤ 5 estrellas</li> <li>➤ 4 estrellas</li> <li>➤ 3 estrellas</li> <li>Centros educativos</li> <li>➤ Preescolar</li> <li>➤ Primaria</li> <li>➤ Cap. Para el trabajo</li> <li>➤ Secundaria</li> <li>➤ Técnico</li> <li>➤ Bachillerato</li> <li>➤ Superior</li> <li>➤ Oficinas publicas</li> </ul> | <p>25.442 kg/establecimiento/día</p> <p>1.230 kg/empleado/día<br/>2.620 kg/empleado/día<br/>0.330 kg/empleado/día</p> <p>3.460 kg/establecimiento/día<br/>1.940 kg/establecimiento/día</p> <p>53.120 kg./establecimiento/día</p> <p>1,016.900 kg./establecimiento/día<br/>218.500 kg./establecimiento/día<br/>16.810 kg./establecimiento/día</p> <p>0.040 kg./alumno/día<br/>0.055 kg./alumno/día<br/>0.060 kg./alumno/día<br/>0.065 kg/alumno/día<br/>0.060 kg./alumno/día<br/>0.060 kg./alumno/día<br/>0.070 kg./alumno/día<br/>0.207 kg./empleado/día</p> |
| Especiales                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades medicas</li> <li>1er Nivel</li> <li>2º. Nivel</li> <li>3er Nivel</li> <li>➤ Laboratorios</li> <li>➤ Veterinarias</li> <li>➤ Terminales terrestres</li> <li>➤ Terminal aérea</li> <li>➤ Vialidades</li> <li>➤ Centros de readaptación social</li> </ul>  | <p>1.279 kg./consultorio/día<br/>4.730 kg./cama/día<br/>5.390 kg./cama/día<br/>6.340 kg./laboratorio/día<br/>1.700 kg./empleado/día<br/>2,103.000 kg./central/día<br/>28,887.000 kg./aeropuerto/día<br/>31.383 kg./km./día<br/>0.540 kg./interno/día</p>   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Áreas verdes</li> <li>➤ Objetos luminosos</li> <li>➤ Materiales de construcción y reparaciones de menores</li> </ul>   | <p>0.149 kg/km<sup>2</sup>/día<br/>28.85 kg./ton-residuos sólidos<br/>20.85 kg./ton-residuos sólidos</p>   |

Fuente: SEDESOL: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento  
Dirección de Residuos Sólidos. SEDESOL. 1997.

Actualmente en estos municipios no se cuenta con datos confiables referentes a la generación per-cápita y a la que están produciendo otras fuentes de generación de residuos considerados como municipales, tales como comercios, escuelas, mercados,

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

oficinas, etc. Por lo que, se hizo necesario realizar un estudio de generación de residuos sólidos. Ver el siguiente cuadro

De acuerdo a los valores encontrados en estudios realizados en ciudades con características similares, se tiene lo siguiente:

Generación per-cápita: 0.350 a 0.400 kg./hab.-día.

**Cuadro No. 3.1.5 Generación de residuos sólidos.**

| <i>ENTIDAD</i> | <i>Población Total 2000</i> | <i>Cobertura actual de recolección. (%)</i> | <i>Población con servicio.</i> | <i>Generación actual (Tons./año)</i> |
|----------------|-----------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| Amozoc         | 64,303                      | 50  | 32,151                         | 4,400.66                             |
| Tepatlxaco     | 14,045                      | 80  | 11,236                         | 1,537.93                             |
| Acajete        | 49,435                      | 60  | 29,661                         | 4,059.85                             |
| <b>Total</b>   | 127,783                     |   | 73,048                         | 9,998.44                             |

Fuente: Inspección de campo, 2000.  
Estudio de Generación, 2000.

#### **3.1.4. - Recolección.**

Esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde que los residuos son recolectados periódicamente hasta que son descargados por los vehículos recolectores en el sitio de disposición final.

En la actualidad en estos Municipios, se optó por tener un sistema tradicional de recogida, recolectando indiscriminadamente todos los residuos (a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos), en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa.

Se realiza, generalmente, cuadra por cuadra, recogiendo las bolsas, costales y a granel. Así mismo, existen contenedores colocados estratégicamente (Amozoc) en lugares de mayor generación. Sin embargo se observa que no se les da mantenimiento regular (desinfección periódica, etc.) y también se observa que los vecinos afectados no colaboran con el servicio.

#### **3.1.5. - Disposición final.**

Estos municipios han contado con varios sitios para la disposición final de sus residuos. Debido a las acciones que las autoridades responsables han llevado a cabo, estos sitios son tiraderos controlados en los cuales se realizan acciones de conformación, compactación y en algunos casos cobertura de los residuos sólidos con material de excavaciones cercanas.

#### 3.1.6- Vida útil.

Los tiraderos controlados que están utilizando actualmente los municipios, tienen una vida útil de 2 años aproximadamente.

#### 3.1.7. - Datos específicos.

##### AMOZOC.

#### 1) Cobertura del servicio.

Amozoc.  
Chachapa.  
Casa Blanca.  
Mendizabal.  
Capulac.  
Ex-Hda. de Capulac.

#### 2) Transporte utilizado en la recolección.

3 camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup>. para la zona de Amozoc. (propiedad del H. Ayto.)  
1 camión de volteo de 12 m<sup>3</sup>. para Casa Blanca. (Concesionado).  
1 camión de volteo de 7 m<sup>3</sup>. para Chachapa.

#### 3) Personal empleado en la recolección.

16 (3 empleados por camión de 7 m<sup>3</sup>. y 4 en el de 12 m<sup>3</sup>).  
Horario de trabajo de 5:00 a.m. a 1:00 p.m.  
16 empleados para el barrido de calles.

#### 4) Volumen generado.

Se realizan 4 a 5 viajes/vehículo-día.

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 4 viajes/vehículo-día. x 4 x 7 m <sup>3</sup> . promedio =  | 112.0 m <sup>3</sup> /día.  |
| 4 viajes/vehículo-día. x 1 x 12 m <sup>3</sup> . promedio = | 48.0 m <sup>3</sup> . /día. |
| TOTAL:  | 160.00 m <sup>3</sup> /día. |

#### 5) Método de recolección.

Recolección domiciliaria cuadra por cuadra, es el servicio que generalmente tiene la población; no implica trabajo alguno a las familias o locales, los residuos se colocan en bolsas en las esquinas de las calles y los empleados del servicio de limpia del Ayuntamiento, colocan estas bolsas en el camión recolector.

Se tienen también contenedores de 5 m<sup>3</sup>. colocados estratégicamente en sitios de mayor generación. Los residuos de estos contenedores se recolectan dos veces por semana. Sin embargo, se pudo observar que algunos de estos se encontraban totalmente llenos e incluso con residuos en su alrededor.

#### 6) Sitio actual de disposición final.

Actualmente, se depositan los residuos en terrenos propiedad del H. Ayuntamiento, ubicados en la Ex.-Hda. de Jocotzingo. El terreno tiene una superficie de 15,300 m<sup>2</sup>., y la capacidad estimada por el H.Ayuntamiento es de 12,600 m<sup>3</sup>.

Además, existen algunos tiraderos clandestinos en las inmediaciones de las barrancas colindantes con la mancha urbana de Amozoc y Chachapa.

#### 7) Centros de acopio o pepena.

No existen centros de acopio en el Municipio. En el sitio actual de disposición final de los residuos, aproximadamente 10 personas realizan diariamente acciones de pepena, principalmente de material reciclable, el cual comercializan en la Ciudad de Puebla.

### TEPATLAXCO DE HIDALGO

#### 1) Cobertura del servicio.

Tepatlatxco de Hidalgo.

#### 2) Transporte utilizado en la recolección.

2 camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup>. (propiedad del H. Ayto.)

#### 3) Personal empleado en la recolección.

4 (2 empleados por camión).  
Horario de trabajo de 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

En el barrido de calles se ocupan 2 personas.

#### 4) Volumen generado.

Se realizan 2 viajes/vehículo-día.  
2 viajes/vehículo-día. x 2 x 7 m<sup>3</sup>. promedio = 28 m<sup>3</sup>./día.

#### 5) Método de recolección.

Recolección domiciliaria cuadra por cuadra, es el servicio que generalmente tiene toda la población; no implica trabajo alguno a las familias o locales, los residuos se colocan en bolsas en las esquinas de las calles y los empleados del servicio de limpia del H.Ayuntamiento, colocan estas bolsas en el camión recolector.

#### 6) Sitio actual de disposición final.

Actualmente, se depositan los residuos en terrenos de propiedad particular, ubicados a 3 kilómetros al norte de la localidad. El terreno tiene una superficie de 15,000 m<sup>2</sup>. , y una profundidad de 40 m; este predio anteriormente se utilizaba como banco de arena.

#### 7) Centros de acopio o pepena.

No existen centros de acopio en el Municipio. Tampoco, se realizan acciones de pepena.

#### ACAJETE.

##### 1) Cobertura del servicio.

Acajete.

Apango de Zaragoza.

San Jeronimo Ocotitlan.

Se tiene proyectado iniciar la recolección en las poblaciones de: Magdalena, Santa María, y San Antonio.

##### 2) Transporte utilizado en la recolección.

1 camión de volteo de 7 m<sup>3</sup>. (propiedad del H. Ayto.)

##### 3) Personal empleado en la recolección.

3 empleados (campanero, ayudante y chofer).

Horario de trabajo de 8:00 a.m. a 5:00 p.m.

En el barrido de calles se ocupan 5 personas, 2 en el parque central (con tonel de plástico con ruedas) y 3 para las calles circundantes (con carretilla).

##### 4) Volumen generado.

Se realizan 2 viajes/vehículo-día.

2 viajes/vehículo-día. x 7 m<sup>3</sup>. promedio = 14 m<sup>3</sup>./día.

##### 5) Método de recolección.

Recolección domiciliaria cuadra por cuadra, es el servicio que generalmente tiene toda la población; no implica trabajo alguno a las familias o locales, los residuos se colocan en bolsas en las esquinas de las calles y los empleados del servicio de limpia del H.Ayuntamiento, colocan estas bolsas en el camión recolector.

##### 6) Sitio actual de disposición final.

Actualmente, se depositan los residuos en terrenos propiedad del H. Ayuntamiento, ubicados a 2 km al sur de la localidad. El terreno tiene una superficie de 10,000 m<sup>2</sup>.

No existen tiraderos clandestinos

#### 7) Centros de acopio o pepena.

No existen centros de acopio en el Municipio, ni se realizan acciones de pepena.

#### 3.2- Selección del sitio

##### 3.2.1. - Legislación.

Con el fin de cumplir con las diferentes especificaciones de ubicación que debe satisfacer un sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales y facilitar la toma de decisiones en las diferentes etapas de los estudios geológicos, mecánica de suelos, etc., se establece el siguiente Diagrama de Flujo considerado dentro de las especificaciones enunciadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996, que establece las Condiciones que deben reunir los Sitios Destinados a la Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales.

##### 3.2.2. - Implicaciones ambientales y potenciales en la ubicación del relleno sanitario.

No cabe duda que los elementos del entorno ecológico se ven afectados en la zona, entendiéndose por esta; a la extensión delimitada de un país, estado o municipio, y en particular en los sitios en los que se implanta infraestructura para la disposición final de residuos cuando estos no han sido planeados, que no se han realizado los estudios de factibilidad para que ese sitio sea ocupado con tal fin, que no se ha provisto de la infraestructura adecuada para minimizar la afectación del ambiente, del suelo, las aguas, etc.

Entre los elementos a los que se han hecho referencia, los de mayor susceptibilidad de sufrir alteraciones son:

- Las aguas superficiales y subterráneas, las cuales son afectadas al existir en la superficie del terreno los residuos sólidos que reciben las aguas de lluvias que se filtran entre las capas de residuos produciendo los lixiviados que contaminan las corrientes de aguas superficiales y subterráneas.

El aspecto mencionado anteriormente está determinado en la norma NOM-083-SEMARNAT-1996, inciso 3.2.2.3, la que hace referencia a que el sitio de disposición final de residuos sólidos deberá estar ubicado a una distancia mínima de 1,000 metros con respecto a cuerpos de aguas superficiales. En cuanto a los pozos para extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, deberán estar a una distancia de la proyección horizontal, de 100 metros mínimo de la mayor circunferencia del cono de abatimiento ya sea que estén en operación o que estén abandonados (inciso 3.2.4.3 de la misma norma).

- El aire es otro de los elementos con mayor susceptibilidad de ser dañado ya que la erosión, evaporación y en ocasiones hasta incendios que sufre la superficie de la tierra y sus demás componentes lo afectan. También, por acumulación de residuos sólidos cuando no existe una operación adecuada de su disposición, produciendo la generación de malos olores, humos, y polvo, que afectan directamente a los pobladores asentados en las inmediaciones de los sitios que son utilizados como destino final de los residuos.
- Por consiguiente, el elemento más afectado y el más susceptible de ser dañado en forma permanente, es el propio suelo sobre el que se depositan los residuos sólidos, ya que pierden los pocos o muchos nutrientes que pudieran contener, convirtiendo la tierra en miasmas pútridas inservibles para cualquier uso o reutilización, sin que pueda existir por sus características vegetación o fauna alguna.

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

---

Es por ello que un relleno sanitario prevé estos efectos tomando medidas como lo es, la determinación de la localización del sitio a ser usado, la estrategia de métodos de impermeabilización del suelo, también de material de cobertura de los residuos sólidos e implantación de infraestructura requerida. En fin una serie de medidas técnicas y de estudios preliminares que permitan prevenir el impacto ambiental que tanto se teme y que a toda costa se debe de evitar, es por ello que la decisión de designar un sitio de disposición final de los residuos sólidos es relevante, pues se deben de contar con las características en las que se puedan adaptar todas las medidas que se emplean para el control en el impacto ambiental en las zonas aledañas a su ubicación. Así mismo, se toma en consideración que existan los menos elementos naturales o que se localicen lo más alejados del relleno sanitario.

Una prerrogativa de la implantación de un relleno sanitario estriba en el fomento del **Bienestar**, el cual se puede determinar por las condiciones prevalecientes tanto en las inmediaciones y sobre todo por la apreciación del ser humano de lo que ve a su alrededor, la calidad de lo que aspira y en general la imagen que percibe de su entorno. Es cierto que es muy subjetivo el determinar o conceptuar el bienestar y más que nada el poder medirlo, más en esta ocasión se tomará como punto de partida para tratar de definirlo, que se trata de una serie de valores en cada persona que asigna adjetivos a lo que percibe. Es por ello que las alteraciones que la mala ubicación de un depósito de residuos sólidos produce se notan de inmediato en las alteraciones que el paisaje tiene en el lugar y sus inmediaciones o zona de influencia debido al arrastre de sólidos, las cuales pudieran ser en ocasiones, muy extensas.

La **Salud Pública** es un atributo más de la determinación correcta de ubicación de un relleno sanitario y sobre todo de la correcta operación de este, estribando en la mejoría de la salud pública; ya que al evitar la proliferación de las faunas nocivas y la rapiña tanto por parte de los roedores como la de especies mayores como los perros y la putrefacción de los residuos a cielo abierto que generan agentes patógenos como las bacterias que en ocasiones provocan enfermedades infecciosas, transmisibles y/o mortales.

Recapitulando, los antecedentes por los que se debe hacer una correcta elección del sitio que se destinará para alojar un relleno sanitario, se puede decir que las características de mayor relevancia primero por el orden del proceso que se realiza en la recolección, transportación y disposición de los residuos sólidos hasta llegar a su destino, y segundo, por las características propias del lugar, por lo que se puede señalar que el lugar deberá contar con:

- Accesibilidad para el tipo de vehículos en su recolección y transportación.
- Características topográficas, geológicas que aseguren el mantenimiento intacto de los recursos naturales y de ambiente existentes en la zona de influencia.
- Contar dentro del sitio o en sus inmediaciones más próximas, con el material suficiente que cubra los requerimientos diarios para la cobertura de los residuos.
- Contar con una vida útil de por lo menos 10 años.



### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

---

- Las características de ubicación y de estética del lugar a fin de eliminar totalmente las quejas de los habitantes a ser beneficiados, que se pudieran suscitar.
- El uso y tenencia del suelo del sitio a seleccionar, deberán ser viables para la implantación del relleno sanitario.

#### 3.2.3. - Metodología de evaluación y selección del sitio propuesto.

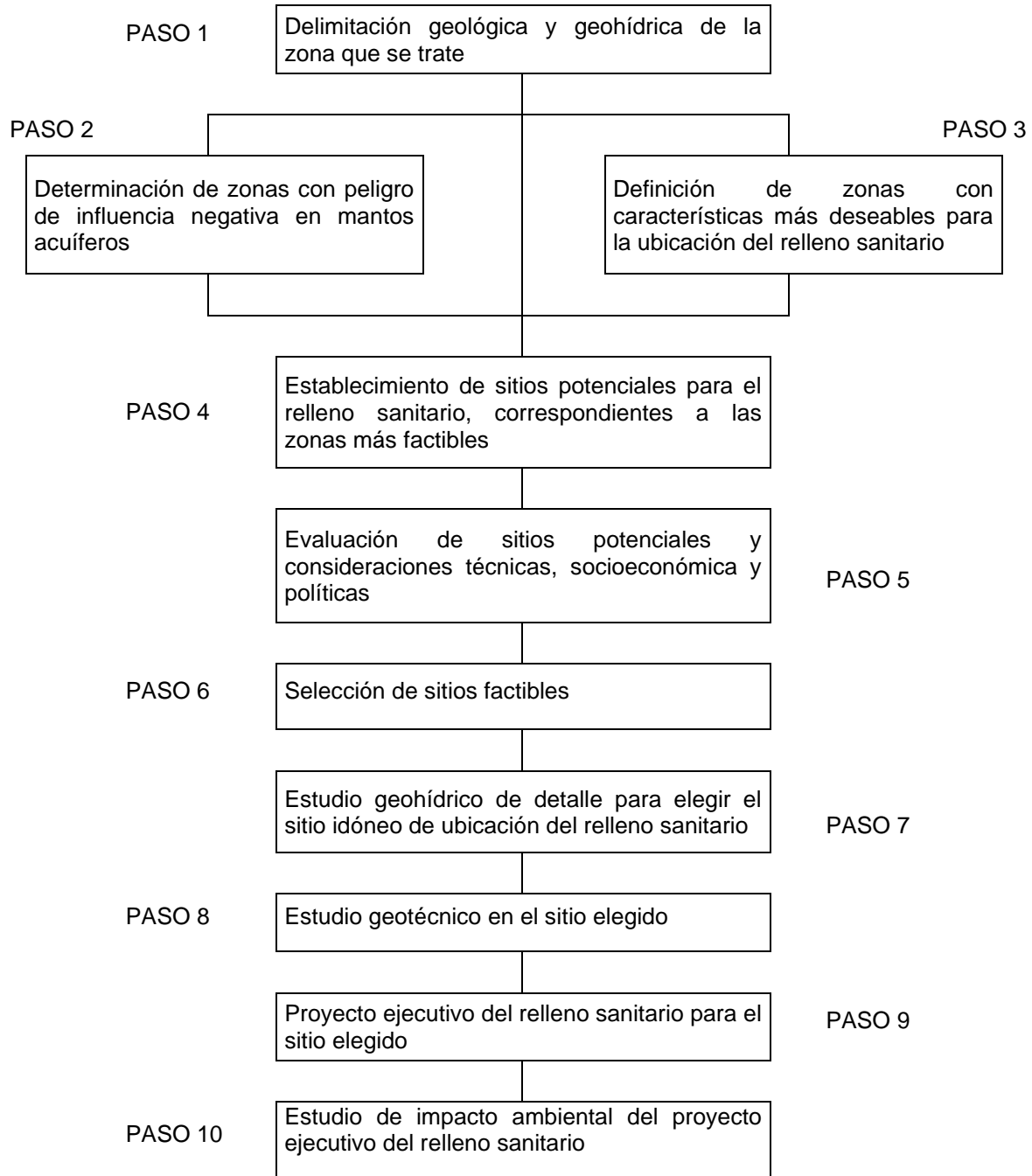
La importancia que reviste la determinación de la localización del sitio de alojamiento de la obra de ingeniería de un Relleno Sanitario con la configuración necesaria para evitar el impacto ambiental en el entorno ecológico ha utilizado como marco las normas y leyes de protección y equilibrio ambiental y ecología, NOM-083-ECOL-1996 y el proyecto de Norma NOM-084-ECOL-1997; por lo que es obligada la verificación de los elementos y características ambientales mediante el análisis de las cartas correspondientes a los rubros de topografía, geología, edafología, hidrología de superficie, hidrología subterránea, climas y vientos dominantes, los estudios pertinentes de uso potencial de suelo, vías de comunicación y distancias de centros urbanos, estudios y proyectos relacionados con las diferentes disciplinas de la ingeniería civil, los estudios sociodemográficos, el de la generación de residuos sólidos en forma cualitativa y cuantitativa. Todos estos estudios y proyectos relacionados con diferentes disciplinas de la ingeniería civil fundamentarán en forma técnica la selección de los sitios a proponer, y los aspectos de planeación y legal

serán cubiertos también, ya que se ha considerado lo dispuesto por los Planes de Desarrollo Urbano Estatal y Municipales correspondientes, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas en el rubro del cuidado del medio ambiente y entorno ecológico.

Se considera de la mayor importancia entre todos los elementos ambientales, la susceptibilidad de contaminación de mantos acuíferos, es por ello que nuestra principal atención se concentrará en los aspectos geológicos e hidrogeológicos de la localización del sitio o los sitios a proponer para tener la certeza de que son los sitios de mayor confiabilidad para la protección del recurso hídrico que tanto preocupa.

El esquema metodológico de selección del sitio para la ubicación del Relleno Sanitario, se presenta a continuación:

**Figura No. 3.2.3 Esquema de la metodología de selección del sitio para el relleno sanitario**



#### **3.2.4. - Descripción y criterios considerados para la ubicación del relleno sanitario.**

Como se ha señalado anteriormente, la decisión de la ubicación óptima del sitio en donde se alojarán los residuos sólidos es de vital importancia para el entorno ecológico basados en el cumplimiento de las normas ecológicas NOM-083-ECOL-1996 y la NOM-084-ECOL-1997, principalmente. Además, de los intereses tanto de autoridades como de los habitantes de las localidades aledañas al lugar.

Por lo que el describir y tomar criterios de acuerdo a las condiciones ambientales del sitio, cualidades de la región, considerando a esta como la porción de territorio determinada por caracteres geográficos, étnicos, lingüísticos y administrativos. Al considerar los aspectos de ingeniería, es necesario introducir los estudios adecuados que contribuyan a la determinación óptima de ubicación del relleno sanitario, las características de la zona como lo son la fisiografía, geología, vegetación y uso actual del suelo, temperatura, humedad relativa, vientos dominantes y precipitación, todos ellos representan los componentes ambientales y proporcionarán las cualidades de las zonas para la decisión de selección de sitios alternativos incluyendo los resultados obtenidos de los estudios de campo de mecánica de suelos y topografía, entre otros, y así llegar a la elección final del sitio que fungirá como el lugar de depósito de residuos sólidos considerados no peligrosos.

En los estudios para determinar el sitio propicio para la ubicación del Relleno Sanitario, se eligieron tres posibles ubicaciones, las cuales se detallan a continuación:

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

**Primera zona seleccionada:**

El Sitio No. 1 se denomina El Encanto; se ubica en las coordenadas 19° 04' 15" de latitud norte, 98° 01' 10" de longitud oeste, a una altitud de 2,400 m.s.n.m.; y tiene las siguientes características:

| <b>Factores de campo</b>   | <b>Observaciones</b>   |
|--|--|
| Acondicionamiento del sitio  | Se trata de un área despoblada utilizada anteriormente como banco de arena, por lo que en el lugar no se removerá demasiada Biota, y no se requerirá excavación para la conformación del proyecto (E)                          |
| Distancia de la zona urbana  | 2.4 kilómetros (B)   |
| Incidencia del viento  | Afectara a una porción de la sección Oriente de Amozoc. (M)  |
| Visibilidad del sitio  | No es visible desde la carretera. (B)  |
| Ubicación respecto a aguas subterráneas y pozos de abastecimiento. | No se localizan pozos de abastecimiento dentro de un radio de 3 km., las aguas subterráneas se encuentran a 80 m. (B)  |
| Características mecánicas del suelo.                               | La capacidad de carga en el desplante se considera poco relevante, pero mayor de 10 y 15 t/m <sup>2</sup> . Bajo la acción de cargas estáticas y para la acción combinada de cargas estáticas y sísmicas, respectivamente. (B) |
| Profundidad del manto freático.                                    | 100 m. (B)   |
| Existencia de caminos de acceso.                                   | El acceso al predio es por medio de una terracería de 1.0 km. en condiciones aceptables. (B)   |
| Alteraciones de la tenencia de la tierra.                          | El predio es de propiedad particular (B)   |
| Ubicación con respecto a zona de facturación.                      | Se encuentra a 15 km. con respecto a la falla de La Malintzi y a 30 km. de la falla de El Carmen. (B)  |
| Características del suelo conforme a su permeabilidad.             | El suelo es altamente permeable de acuerdo a los datos recabados en campo.<br>Coeficiente de permeabilidad (k) cm/seg. Es de $1.00 \cdot 10^{-2}$ (E)  |
| Capacidad de intercambio cationico                                 | % de saturación de bases = > 50<br>Na meq / 100 g. = 0.1<br>% de saturación de Na = > 15<br>K meq / 100 g. = 0.1<br>Ca meq / 100 g. = 1.2<br>Mg meq / 100 g =0.2<br>(B)  |
| Vida útil  | 10 años (B)  |
| Vías de comunicación.  | Carretera Federal 129. (B)   |

### **III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

| <b>Factores de campo</b> | <b>Observaciones</b>  |
|--------------------------|---|
| Drenaje                  | No existe (M)   |
| Topografía               | Con posible problemática en los taludes existentes. (M)                               |
| Ubicación                | Se encuentra a:<br>2.5 km. de Amozoc.<br>2.0 de Tepatlaxco.<br>3.4 de Acajete.<br>(B) |
|                          |   |

#### **Segunda zona seleccionada:**

El Sitio No. 2 se denomina Tepulco; se ubica en las coordenadas 19° 06' 05" de latitud norte, 98° 58' 45" de longitud oeste, a una altitud de 2,450 m.s.n.m.; y tiene las siguientes características:

| <b>Factores de campo</b>   | <b>Observaciones</b>   |
|--|--|
| Acondicionamiento del sitio  | Se trata de un área despoblada, se requerirá excavación para la conformación del proyecto (B).   |
| Distancia de la zona urbana  | 0.6 kilómetros (M)   |
| Incidencia del viento  | Afectara a la Población de Tepatlaxco (M)  |
| Visibilidad del sitio  | No es visible desde la carretera. (B)  |
| Ubicación respecto a aguas subterráneas y pozos de abastecimiento. | No se localizan pozos de abastecimiento dentro de un radio de 3 km., las aguas subterráneas se encuentran a 80 m. (B)  |
| Características mecánicas del suelo.                               | La capacidad de carga en el desplante se considera poco relevante, pero mayor de 10 y 15 t/m <sup>2</sup> . bajo la acción de cargas estáticas y para la acción combinada de cargas estáticas y sísmicas, respectivamente. (B) |
| Profundidad del manto freático.                                    | 80 m. (B)  |
| Existencia de caminos de acceso.                                   | El acceso al predio es por medio de una terracería de 600 m. en condiciones aceptables. (B)  |
| Alteraciones de la tenencia de la tierra.                          | El predio es de propiedad particular (B)   |
| Ubicación con respecto a zona de fracturación.                     | Se encuentra a 10 km. con respecto a la falla de La Malintzi y a 35 km. de la falla de El Carmen. (B)  |
| Características del suelo conforme a su permeabilidad.             | El suelo es medianamente permeable de acuerdo a los datos recabados en campo. (B).   |

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

| <i><b>Factores de campo</b></i>     | <i><b>Observaciones</b></i>   |
|-------------------------------------|---|
| Capacidad de intercambio cationico. | % de saturación de bases = > 50<br>Na meq / 100 g. = 0.1<br>% de saturación de Na = > 15<br>K meq / 100 g. = 0.1<br>Ca meq / 100 g. = 1.2<br>Mg meq / 100 g =0.2      |
| Vida útil                           | 6 años (M)  |
| Vías de comunicación.               | Carretera Federal Amozoc – Acajete.<br>(B)  |
| Drenaje                             | No existe (M)   |
| Topografía                          | Su pendiente natural y la escorrentía superficial presentara problemas para la conformación de las celdas.<br>Con posible problemática en los taludes existentes. (M) |
| Ubicación                           | Se encuentra a:<br>3.9 km. de Amozoc.<br>0.9 de Tepatlaxco.<br>1.3 de Acajete.<br>(B)   |
|                                     |   |

#### **Tercera zona seleccionada:**

El Sitio No. 3 se denomina Jocotzingo ; se ubica en las coordenadas 19° 03' 30" de latitud norte, 98° 05' 00" de longitud oeste, a una altitud de 2,350 m.s.n.m.; y tiene las siguientes características:

| <i><b>Factores de campo</b></i>                                    | <i><b>Observaciones</b></i>  |
|--|--|
| Acondicionamiento del sitio  | Se encuentra en una área despoblada, se requerirá excavar en una porción para la conformación del proyecto y por otra parte se aprovechará las condiciones topográficas (B). |
| Distancia de la zona urbana  | 1.3 kilómetros (B)   |
| Incidencia del viento  | No afectara a zonas habitadas (B)  |
| Visibilidad del sitio  | No es visible desde la carretera. (B)  |
| Ubicación respecto a aguas subterráneas y pozos de abastecimiento. | No se localizan pozos de abastecimiento dentro de un radio de 3 km., las aguas subterráneas se encuentran a 100 m. (B)   |

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

| <i>Factores de campo</i>                               | <i>Observaciones</i>   |
|--|--|
| Características mecánicas del suelo.                   | La capacidad de carga en el desplante se considera poco relevante, pero mayor de 10 y 15 t/m <sup>2</sup> . bajo la acción de cargas estáticas y para la acción combinada de cargas estáticas y sísmicas, respectivamente. (B) |
| Profundidad del manto freático.                        | 100 m. (B)   |
| Existencia de caminos de acceso.                       | El acceso al predio es por medio de una terracería de 2000 m. en condiciones aceptables. (B)   |
| Alteraciones de la tenencia de la tierra.              | El predio es de propiedad ejidal (M)   |
| Ubicación con respecto a zona de fracturación.         | Se encuentra a 18 km. con respecto a la falla de La Malintzi y a 28 km. de la falla de El Carmen. (B)  |
| Características del suelo conforme a su permeabilidad. | El suelo es medianamente permeable de acuerdo a los datos recabados en campo. (B).   |
| Capacidad de intercambio cationico.                    | % de saturación de bases = > 50<br>Na meq / 100 g. = 0.1<br>% de saturación de Na = > 15<br>K meq / 100 g. = 0.1<br>Ca meq / 100 g. = 1.2<br>Mg meq / 100 g =0.2   |
| Vida útil  | 10 años (B), si se incluye el área que tiene el tiradero actual  |
| Vías de comunicación.                                  | Carretera Federal Amozoc – Acajete. (B)  |
| Drenaje  | No existe (M)  |
| Topografía   | Su pendiente natural ayudaran a desalojar eficazmente los lixiviados. El desvío de las aguas pluviales permitirá conservar la escurrentia superficial actual.(B)   |
| Ubicación  | Se encuentra a:<br>4.0 km. de Amozoc.<br>8.0 de Tepatlaxco.<br>12.0 de Acajete.<br>(B)   |
|  |  |

#### 3.2.5. - Conclusión del lugar alternativo

De acuerdo a las siguientes especificaciones de la Norma Oficial Mexicana-083-ECOL-1996, se ha llegado a las siguientes conclusiones.

En un radio de 3 km del sitio no se encuentra ningún aeropuerto.

El sitio propuesto no obstaculiza ningún tipo de ruta.

El estado de Puebla cuenta con cinco parques nacionales, ocho áreas de protección de recursos naturales y seis reservas ecológicas. El sitio se encuentra ubicado fuera de estas zonas de restricción ecológica.

Por la zona no pasa ninguna obra pública federal.

Se encuentra, aproximadamente a 1000 m de distancia (Ver plano de referencia), de una pequeña zona urbana con menos de 2500 habitantes (San Agustín Tlaxco). La ubicación del lugar no afecta a esta localidad, ya que los vientos dominantes de la región en estudio se desplazan del noreste al suroeste con vientos menores de 5 % de frecuencia.

Lo anterior significa que los habitantes no se verán perjudicados por la cercanía del relleno sanitario, asimismo las emisiones a la atmósfera generadas por la operación del relleno sanitario, se considera que serán ocasionadas por:

1) La descomposición biológica de la materia orgánica que llegará al relleno, siendo parte de esta descomposición, la formada por el biogás, el cual es una mezcla de metano (CH<sub>4</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Éste será dispersado a la atmósfera en la etapa de operación del relleno sanitario, por medio de pozos de extracción ubicados a una equidistancia de 25 metros de tal manera que el radio de influencia de los mismos, sea de 12.5 metros aproximadamente.

2) Emisiones de polvos por el manejo de materiales y tráfico de transportes, el cual presenta poca significancia, si se compara con las distintas localidades a las que se les brindará el servicio. Las emanaciones que estos vehículos, principalmente serán hidrocarburos, tales como: el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Las operaciones tan reducidas que presentan estos vehículos y los contaminantes emitidos por los mismos, hacen pensar que sería imposible que pudieran tener algún efecto sobre las variables del clima. En el caso del ecosistema con especies de matorrales, micrófilos o pastizales, es de esperarse que éste no cambie significativamente.

En lo que respecta al ruido ocasionado por la maquinaria y los vehículos que operarán en el relleno sanitario, la normatividad específica que los límites de esta contaminación se situarán a 400 metros del sitio de producción, por lo que no existe ningún problema de afectación a la mancha urbana más próxima al sitio(San Agustín Tlaxco)

Con el fin de minimizar estos contaminantes, se establecerá alrededor del predio la construcción de una cortina verde, para mitigar los posibles impactos ambientales negativos originados por el ruido y la emanación de polvo que se pueda originar por las



### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

---

operaciones dentro de las instalaciones. Asimismo, esta área verde constituida con pasto y árboles de altura mayor a 10 metros y de copa frondosa, contribuirá a formar un paisaje natural estético y agradable.

En lo referente a Inundaciones, la alteración de los drenajes que ocurrirá por las operaciones del relleno sanitario, se mitigarán por medio de canales, hacia destinos diferentes a los del sitio, por lo que no se considera a esta zona con posibilidades de inundación, además de que no existen caudales de agua que pudieran verter o descargar sus aguas, propiciando una marisma en el sitio. Asimismo no es una zona pantanosa, por lo que no existe la posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos.

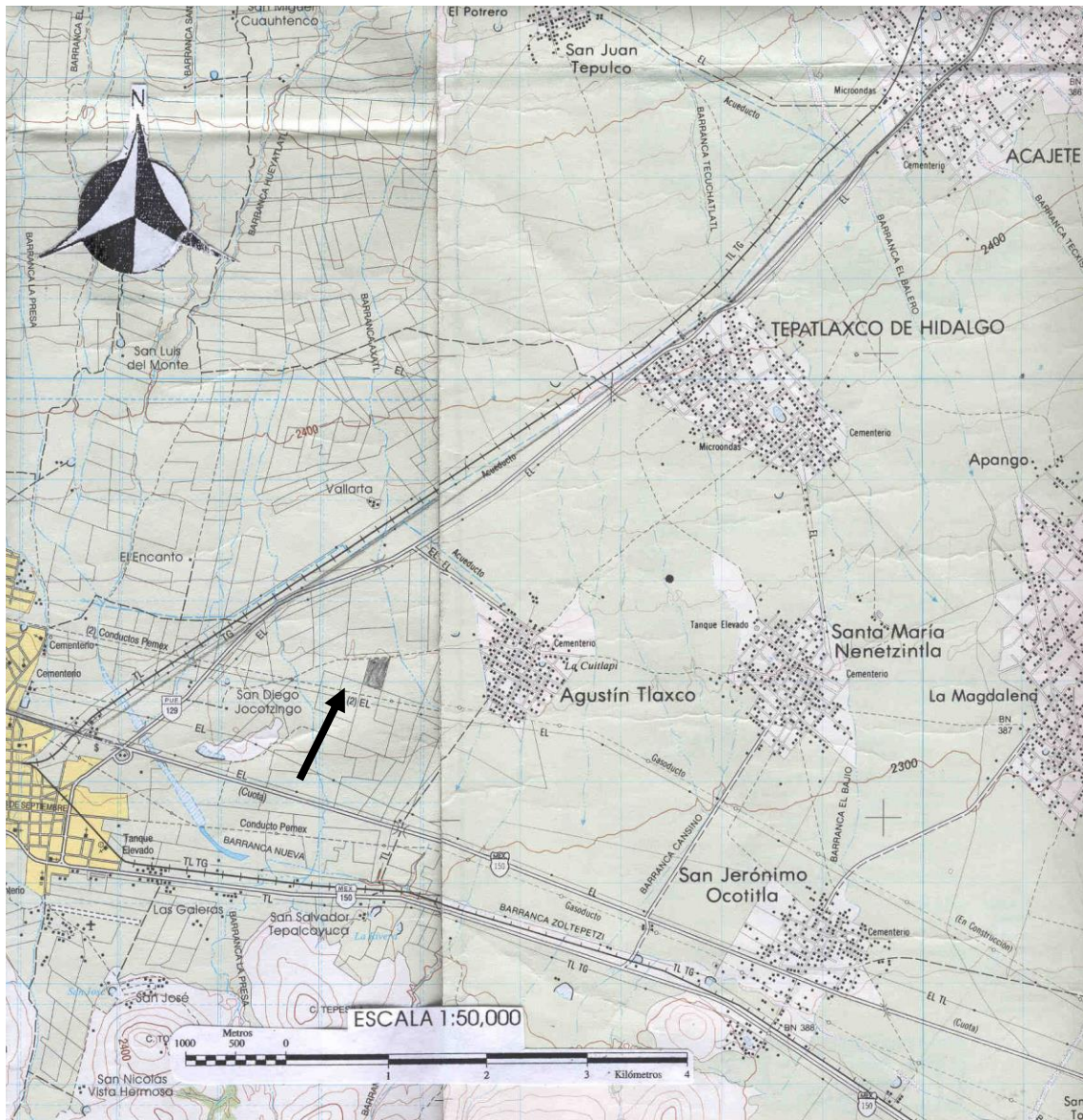
Por la zona no atraviesan cuerpos de agua con caudal continuo, al menos en un radio de 3 km. Existen corrientes de agua intermitentes, las cuales no se ven obstaculizadas por la ubicación del sitio propuesto.

En la Matriz de la Selección de los Sitios Alternativos y de acuerdo con la NOM-083-ECOL-1996 Incisos 3.2.1.1.1, 3.2.1.1.2, 3.2.1.1.3, 3.2.1.1.4, 3.2.1.1.5 y 3.2.2.1, se sintetiza la totalidad de los factores de campo involucrados en la elección del sitio óptimo.

Finalmente, se puede concluir con base a los factores de campo que se evaluaron de los sitios alternativos y en función a la interacción entre la sociedad, medio ambiente e Ingeniería, considerar como zona óptima para la ubicación del relleno Sanitario al sitio alternativo descrito en la zona No. 3.

### III.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

**Figura No. 3.2.5 Plano de referencia para localidades aledañas al relleno sanitario intermunicipal Amozoc–Acajete-Tepatlxco de Hgo.**



Fuente: INEGI, Carta topográfica Tepatlaxco, Puebla y Tlaxcala, Índice E14B43  
Carta topográfica Heroica Puebla de Zaragoza Tepatlaxco, Puebla y Tlaxcala, Índice E14B44, reimpresión año 1986

A mayor abundamiento, es conveniente dejar establecido que, si bien los sitios indicados como zonas 1 y 2, resultaron en varios puntos más convincentes que el inmueble señalado en la zona 3, la negativa retomada de los cabildos de Tepatlaxco de Hidalgo y Acajete a iniciar siquiera trámite alguno para la adquisición de los predios, nulificó cualquier bondad de los predios en estudio. En todo caso, esta fue la razón suficiente para elegir el terreno de la zona 3 para ubicar el relleno sanitario intermunicipal.

**Cuadro No. 3.2.5 Matriz para la selección del sitio  
Relleno sanitario intermunicipal  
Acajete – Amozoc – Tepatlaxco de Hidalgo**

| No. | Factores técnicos      | Zona 1    |       |         | Zona 2    |       |         | Zona 3    |       |         |
|-----|------------------------|-----------|-------|---------|-----------|-------|---------|-----------|-------|---------|
|     |                        | Excelente | Bueno | Regular | Excelente | Bueno | Regular | Excelente | Bueno | Regular |
| 1   | Vida útil              | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         |           | 0.85  |         |
| 2   | Tierra de cobertura    |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         | 1.0       |       |         |
| 3   | Topografía             | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         |           |       | 0.70    |
| 4   | Vías de acceso         |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |
| 5   | Vientos dominantes     |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |
| 6   | Ubicación del sitio    | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         |           | 1.0   |         |
| 7   | Geología               |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |           | 0.85  |         |
| 8   | Geohidrología          | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         |
| 9   | Hidrología Superficial | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         | 1.0       |       |         |
| 10  | Tenencia de la tierra  |           |       | 0.70    |           |       | 0.70    |           |       | 0.70    |

**Cuadro No. 3.2.5.1 Selección del sitio**

| No           | Factores técnicos      | Valor | Zona 1     |             |             | Zona 2      |             |             | Zona 3      |             |             |
|--------------|------------------------|-------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|              |                        |       | Excelente  | Bueno       | Regular     | Excelente   | Bueno       | Regular     | Excelente   | Bueno       | Regular     |
| 1            | Vida útil              | 1.0   | 1.0        |             |             | 1.0         |             |             |             | 0.85        |             |
| 2            | Tierra de cobertura    | 0.70  |            | 0.60        |             |             | 0.60        |             | 0.70        |             |             |
| 3            | Topografía             | 0.20  | 0.20       |             |             | 0.20        |             |             |             |             | 0.14        |
| 4            | Vías de acceso         | 0.25  |            | 0.21        |             |             | 0.21        |             |             | 0.21        |             |
| 5            | Vientos dominantes     | 0.05  |            | 0.04        |             |             | 0.04        |             |             | 0.04        |             |
| 6            | Ubicación del sitio    | 0.40  | 0.40       |             |             | 0.40        |             |             | 0.40        |             |             |
| 7            | Geología               | 0.40  |            | 0.34        |             |             | 0.34        |             |             | 0.34        |             |
| 8            | Geohidrología          | 0.40  | 0.40       |             |             | 0.40        |             |             | 0.40        |             |             |
| 9            | Hidrología Superficial | 0.30  | 0.30       |             |             | 0.30        |             |             | 0.30        |             |             |
| 10           | Tenencia de la tierra  | 0.70  |            |             | 0.49*       |             |             | 0.49*       |             |             | 0.49**      |
| <b>SUMAS</b> |                        |       | <b>2.3</b> | <b>1.19</b> | <b>0.49</b> | <b>2.50</b> | <b>1.19</b> | <b>1.49</b> | <b>1.80</b> | <b>1.44</b> | <b>0.63</b> |

\*Adquisición de terreno

\*\*Propiedad ejidal

Es claro que el terreno ubicado en la zona dos resulta el más conveniente. Sin embargo, ante la negativa del H. Ayuntamiento para que se ubicara el relleno sanitario en dicho terreno, se optó por elegir el inmueble ubicado en la zona 3.

## **CAPITULO CUARTO**

### **4.1 Generación y características de residuos sólidos municipales**

El objetivo de este estudio es la caracterización de los residuos sólidos generados en la ciudad de Amozoc, Pue. que consiste básicamente en la determinación de:

- La cantidad promedio de residuos generados por persona y por día, medido en Kg/hab.\* día
- La composición porcentual de los residuos expresado en %
- El peso volumétrico, medido en kg/m<sup>3</sup>

La caracterización se realizó para uno de los estratos socioeconómicos que se consideró más representativo, dadas las condiciones que se presentan en la región de las cuales se clasifican con base en los siguientes factores principales:

Servicios públicos existentes

Tipo de calles (pavimentación)

Tipo de casas (área construida y tipo de materiales de construcción)

Nivel de ingresos

De los cuales se identificaron los siguientes Barrios y Colonias, así como su respectivo estrato socioeconómico al que pertenecen:

**Cuadro No 4.1.1  
Estrato socioeconómico por Barrio o Colonia**

| Tipo de comunidad       | Estrato Socioeconómico: |
|-------------------------|-------------------------|
| <b>Barrios:</b>         |                         |
| San Antonio             | Medió                   |
| San Miguel              | Medió                   |
| San Ángel               | Medió                   |
| Santiago                | Medió                   |
| Concepción Capulac      | Bajo                    |
| San José Victoria       | Bajo                    |
| Vallarta                | Bajo                    |
| San José de los ranchos | Bajo                    |
| San Luis del Monte      | Bajo                    |
| San Miguel Cuahutenco   | Bajo                    |
| Santa Cruz Calera       | Bajo                    |
| Tepalcayuca             | Bajo                    |
| La Preciosa Sangre      | Bajo                    |
| La Sagrada Familia      | Bajo                    |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

| Tipo de comunidad          | Estrato socioeconómico: |
|----------------------------|-------------------------|
| <b>Colonias:</b>           |                         |
| San José de la Laguna      | Bajo                    |
| Las Cruces Tepeyac         | Medio                   |
| Guadalupe ( Chachapa)      | Bajo                    |
| Pinos del Sur              | Bajo                    |
| Flor del Bosque (Chachapa) | Bajo                    |
| Las Animas                 | Bajo                    |
| Xonacatepec III            | Bajo                    |
| San Nicolás V. Hermosa     | Bajo                    |
| Las Vegas                  | Bajo                    |
| Guadalupe                  | Bajo                    |
| Guadalupe Victoria         | Bajo                    |
| San José Mira flores       | Bajo                    |

Cabe hacer mención que las localidades consideradas como estrato bajo, en su mayoría, la tendencia de crecimiento es hacia un estrato medio, por lo que se decidió tomar como estrato socioeconómico representativo al estrato medio de los barrios de San Antonio y San Miguel.

Para llevar a cabo el estudio de caracterización, se efectuaron las actividades y procedimientos y se utilizaron los equipos y materiales, así como las instalaciones necesarias que se establecen en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, mencionadas en el cuadro No. 4.1.2

**Cuadro No.4.1.2**  
**Normas empleadas**

| <b>Determinación</b>                     | <b>Normas empleadas</b>  |
|--|--|
| Generación de residuos sólidos           | NMX-AA-61-1985 Generación per cápita   |
| Peso volumétrico in situ                 | NMX-AA-15-1985 Muestreo método de cuarteo<br>NMX-AA-19-1985 Peso volumétrico in situ                   |
| Composición genérica de residuos sólidos | NMX-AA-15-1985 Muestreo método de cuarteo<br>NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos |

El análisis de los residuos sólidos se realizó en los patios de la Iglesia del Pueblo ubicada frente al jardín Municipal y que fueron habilitadas para este trabajo. Las características del sitio son las siguientes:

- Área de trabajo de 12 \* 6 m.
- Superficie techada ( Lona )
- Piso de Adoquín con juntas de cemento
- Almacén para herramienta y equipo

## **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

- Agua

El estudio de caracterización se realizó únicamente en la cabecera municipal porque dentro de ésta, existen zonas con características similares a las de los barrios y juntas que integran el Municipio, por lo tanto, los resultados obtenidos pueden ser aplicables a estos sitios.

En el anexo fotográfico, se presentan imágenes en las que se observan ejemplos de las viviendas que fueron seleccionadas para la realización del muestreo de residuos sólidos municipales, en las cuales es posible observar las siguientes características:

- Tipo de caminos (pavimentación- recubiertos)
- Servicios públicos existentes
- Tipo de Viviendas (superficie construida, materiales de construcción)

### **4.1.1.-Generación de residuos sólidos**

La cantidad promedio de residuos generados por persona y por día, esto es, la generación per-cápita, se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial NMX-AA-61-1985 "Determinación de la generación".

Para el estudio realizado en este muestreo, se eligió un riesgo  $\alpha = 0.20$ , considerado apropiado de acuerdo a los factores que indica la Norma NMX-AA-61-1985, misma que establece un tamaño de muestra (n) igual a 50 elementos para este mismo riesgo.

El trabajo de campo realizado, consistió en las siguientes actividades:

1. Definición de la zona a muestrear (universo de trabajo)
2. Preparación de planos de identificación de lotes
3. Numeración progresiva y selección aleatoria de lotes (elementos)
4. Proceso de aceptación o rechazo de las viviendas
5. Visita a las familias de las casas elegidas, para solicitar su participación y en caso de aceptar, solicitarle datos necesarios para el estudio, como: dirección de la vivienda y número de habitantes, así como la aplicación de una encuesta para conocer la opinión de los ciudadanos respecto al servicio de recolección y limpieza prestado actualmente.

Integración del conjunto definitivo de viviendas en las que se realizaría el muestreo En el plano (INEGI) clave AP-18-00-G-01 se indican las viviendas muestreadas

6. Identificación de los elementos definitivos con pintura en la acera
7. Entrega de la bolsa número 1, en la que se recolectan los residuos generados hasta un día antes del periodo en que se realizó el muestreo. Es decir, el primer día de análisis fue el día 18 de Octubre, la primera bolsa se entregó el 15 de Octubre y se recogió el día 17 con los residuos generados el día anterior (16) y los residuos almacenados de días anteriores.

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

Con esta acción se aseguró que para el día 17 de Octubre, en la casa no había residuos de los días anteriores y por lo tanto, la bolsa que se entregó al siguiente día (18) contenía únicamente los residuos generados en un lapso de 24 horas. A esta etapa se le llama "Operación Limpieza".( día 15 y16).

8. Como se mencionó anteriormente la recolección de residuos en la primer bolsa, sirve únicamente para asegurar que los residuos recolectados al día siguiente, sean de un solo día. Los residuos recolectados en la operación limpieza fueron descartados y dispuestos en un tiradero municipal ( Ver Anexo Fotográfico)
9. Simultáneamente a esta recolección, se entregó la segunda bolsa en la que se almacenaron los residuos del día uno. Esta actividad se repitió durante los siete días del estudio. ( Ver Anexo Fotográfico)

Las bolsas que se repartieron fueron identificadas con una etiqueta, en la que se indicó la dirección de la casa, su número consecutivo y un espacio en blanco para anotar el número de personas que estuvieron o contribuyeron en la generación de los residuos sólidos.

10. Recolección de las muestras. Esta acción se realizó siguiendo una ruta preestablecida con el fin de agilizar el trabajo. Si en alguna vivienda no salían a entregar la bolsa, se continuaba con el recorrido y al finalizar la ruta se visitaban nuevamente las viviendas en las que no se encontraban los habitantes y se recolectaron las muestras faltantes.
11. Pesaje de los residuos generados por cada elemento (vivienda). Esta actividad se realizó en el atrio de la Iglesia del pueblo, sitio que fue descrito anteriormente.
12. Cálculo de la generación per cápita para cada elemento. Éste se obtuvo dividiendo el peso de los residuos de cada muestra entre el número de habitantes que estuvieron en la vivienda y que contribuyeron a la generación de basura.

En la visita que se realizó a cada vivienda seleccionada, se entregó a cada familia un cuestionario referente al manejo de los residuos sólidos por parte del municipio y por parte de los propios habitantes, en el cual se presentó el siguiente cuestionamiento:



#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

***Cédula de encuesta para la evaluación y el diagnóstico del servicio de aseo municipal.***

***Le rogamos llenar la siguiente encuesta con veracidad, su opinión es muy importante para evaluar la calidad del servicio de recolección y aseo que el municipio presta en su colonia, para conocer sus necesidades y para poder contar con un servicio que sea satisfactorio para usted.***

**Número Oficial de la Vivienda:** \_\_\_\_\_

**Numero Aleatorio:** \_\_\_\_\_

**Nombre de la calle:** \_\_\_\_\_

**Colonia:** \_\_\_\_\_

Muestreo:

ACEPTADO

RECHAZADO

Nombre de la persona que aceptó el muestreo: \_\_\_\_\_

Numero de Personas que habitan regularmente el domicilio: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" la respuesta que considere correcta.

**¿Cuál es la frecuencia de recolección en su Barrio?**

- a) Una vez por semana
- b) Dos veces por semana
- c) Tres veces
- d) Diario
- e) Una vez a la quincena
- f) Ocasionalmente
- g) No sabe

**A.1 ¿Qué días de la semana pasa el camión recolector de basura?**

- a) Lunes
- b) Martes
- c) Miércoles
- d) Jueves
- e) Viernes
- f) Sábado
- g) Domingo
- h) Variable

**A.2 ¿Considera que es suficiente el número de días que pasa el camión recolector?**

- a) Si
- b) No

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

c) No sé

**A.3 Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?**

- a) Si
- b) No
- c) A veces
- d) No sé

**A.4 El trato hacia usted de los empleados que recogen la basura es:**

- a) Amable
- b) Indiferente
- c) Grosero
- d) Exigentes
- e) No sé

**A.5 ¿Cuenta con el barrido de calles en su Barrio?**

- a) Si
- b) No
- c) A veces
- d) No sé

**A.6 ¿Cuál es la frecuencia del barrido?\***

- a) Lunes
- b) Martes
- c) Miércoles
- d) Jueves
- e) Viernes
- f) Sábado
- g) Domingo

**A.8 ¿Cómo calificaría la limpieza de su calle?**

- a) Muy limpia
- b) Limpia
- c) Con algo de basura
- d) Con mucha basura

**A.9 ¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su Barrio, debido a que no se presta el servicio?**

- a) Si
- b) No
- c) No sé

**A.10 ¿Esta satisfecho con el servicio de recolección y limpieza que se tiene en su Barrio?**

- a) Si
- b) No
- c) No sé

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

**A.11 ¿Paga alguna tarifa especial u oficial por la recolección de la basura?**

- a) Si
- b) No
- c) Cuanto

**A.12 ¿Proporciona a los trabajadores del Departamento de Limpia, propinas por la recolección de basura?**

- a) Si
- b) No
- c) A veces
- d) Cuanto

**A.13 En general ¿cómo calificaría el servicio de recolección y limpieza municipal?**

- a) Bueno
- b) Regular
- c) Malo

**B.1 ¿Sabe usted si existe un Reglamento de Limpieza en el Municipio?**

- a) Si
- b) No

**B.2 ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?**

- a) Bote con tapa
- b) Bote sin tapa
- c) Caja de madera
- d) Caja de cartón
- e) Bolsas de plástico
- f) Otro

**B.3 ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del Departamento de Limpia?**

- a) Bote con tapa
- b) Bote sin tapa
- c) Caja de madera
- d) Caja de cartón
- e) Bolsas de plástico
- f) Otro (se lleva al carro o en costales)

**B.4 ¿Existe libre acceso en su casa para el personal del servicio de limpia?**

- a) Si
- b) No

**B.5 ¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?**

- a) Los lleva al tiradero o a un contenedor
- b) Los quema
- c) Los entierra

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

d) Espera a que pase el camión

**B.6 ¿Separa usted la basura en residuos orgánicos e inorgánicos?**

- a) Si
- b) No

**B.7 ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?**

- a) Si
- b) No
- c) A veces

**B.8 Si es así, ¿Cuál es la frecuencia del barrido?\***

- a) Una vez por semana
- b) Dos veces por semana
- c) Tres veces por semana
- d) Cuatro veces por semana
- e) Diario
- f) Una vez a la quincena
- g) Ocasionalmente
- h) No sabe

En el anexo fotográfico se presentan imágenes que ilustran las actividades enunciadas.

#### ***Estrato muestreado***

El universo de trabajo para el estrato medio estuvo constituido por los siguientes Barrios:

- a) San Miguel
- b) San Antonio

En la Norma NMX-AA-61-1985 se recomienda que el número de elementos del universo sea entre 300 y 500 casas,

Para elegir aleatoriamente los 80 elementos requeridos, se partió de la ubicación física de las viviendas, ya que en la actualidad no se cuenta con planos catastrales, en los que se pudiera apoyar la selección de las viviendas a muestrear, y debido a que el universo de trabajo está formado por los dos barrios se fijaron los siguientes criterios para seleccionarlos:

- a) Tipo de vivienda
- b) Servicios públicos con los que cuenta
- c) Tipos de vialidades

La Norma NMX-AA-61-1985 establece un mínimo de 50 muestras para un riesgo de  $\alpha = 0.2$  tomado en el muestreo, sin embargo, se sabe que algunos elementos se descartarán por distintas causas, algunas de ellas son:

- En el lote seleccionado no hay vivienda.
- La vivienda está abandonada.
- Las características de la vivienda corresponden a otro estrato socioeconómico.
- Los habitantes no pueden participar.
- Los habitantes no colaboran hasta el final del muestreo

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Previendo esta situación, se tomaron 84 viviendas aleatoriamente y se realizó un recorrido por la zona para identificar los 84 elementos elegidos y determinar la posibilidad de incluirse en la muestra. Algunos tuvieron que ser descartados y para reemplazarlos se designaron nuevos elementos.

Todas las viviendas se visitaron con el fin de explicarle a los habitantes en que consistiría el estudio y cual sería su participación en caso de aceptar, así como para preguntarles el número de personas que normalmente se encuentran en casa. Simultáneamente se aplicó una encuesta para conocer su opinión sobre el servicio de recolección que actualmente ofrece el H. Ayuntamiento. Con los resultados que se muestran en el cuadro No. 4.1.1.1

**Cuadro No. 4.1.1.1.**  
**Viviendas seleccionadas para el muestreo**

| No. Consecutivo | No. Oficial | Dirección      | Habitantes | Acepto el Muestreo<br>( Sr. o Sra.) |
|-----------------|-------------|----------------|------------|-------------------------------------|
| 1               | 509         | Av. 6 Poniente | 7          | Dolores Pérez de Hdez               |
| 2               | 507         | Av. 6 Poniente | 3          | Elizabeth Cruz R                    |
| 3               | 308         | Av. 6 Poniente | 11         | Antonio López Sánchez               |
| 4               | 311         | Av. 6 Poniente | 7          | María de Jesús Ramírez              |
| 5               | 306         | Av. 6 Poniente | 4          | José Varela Espinosa                |
| 6               | 303         | Av. 6 Poniente | 7          | Asunción Juárez                     |
| 7               | 118         | Av. 6 Poniente | 8          | Isabel Téllez Jaén                  |
| 8               | 116         | Av. 6 Poniente | 6          | Gonzalo Rodríguez R.                |
| 9               | 110         | Av. 6 Poniente | 5          | José Miguel Arroniz                 |
| 10              | 106         | Av. 6 Poniente | 4          | Félix González B.                   |
| 11              | 102         | Av. 6 Poniente | 11         | Alejandro García                    |
| 12              | 101         | Av. 6 Poniente | 5          | Rodolfo Zamora S.                   |
| 13              | 1           | Av. 6 Oriente  | 4          | Raquel Méndez                       |
| 14              | 3           | Av. 6 Oriente  | 4          | Bernardino Méndez G.                |
| 15              | 9           | Av. 6 Oriente  | 4          | Alejandra Aguilar Quiroz            |
| 16              | 15          | Av. 6 Oriente  | 7          | Laura Sánchez                       |
| 17              | 16          | Av. 6 Oriente  | 6          | Concepción Espejel                  |
| 18              | 17          | Av. 6 Oriente  | 7          | Margarita Ramírez                   |
| 19              | 19          | Av. 6 Oriente  | 5          | Ma. De la Luz Ojeda                 |
| 20              | 202         | Av. 6 Oriente  | 8          | Miguel Sánchez Báez                 |
| 21              | 205         | Av. 6 Oriente  | 6          | Inés Barranco Castañeda             |
| 22              | 211         | Av. 6 Oriente  | 8          | Pedro Téllez Luna                   |
| 23              | 208         | Av. 6 Oriente  | 5          | Rosario Ramírez                     |
| 24              | 212         | Av. 6 Oriente  | 5          | Carlos Velásquez T.                 |
| 25              | 215         | Av. 6 Oriente  | 4          | Cruz Priego                         |
| 26              | 214         | Av. 6 Oriente  | 4          | Hipólito Rojas Rosas                |
| 27              | 218         | Av. 6 Oriente  | 5          | Jorge Jaén López                    |
| 28              | 213         | Av. 6 Oriente  | 20         | Catalina Cerón                      |
| 29              | 401         | Av. 6 Oriente  | 3          | Violeta Veles                       |
| 30              | 403         | Av. 6 Oriente  | 3          | José Luis Sánchez S.                |
| 31              | 407         | Av. 6 Oriente  | 7          | Pablo Ramírez Yáñez                 |
| 32              | 409         | Av. 6 Oriente  | 5          | Claudia Pérez Bonilla               |
| 33              | 412         | Av. 6 Oriente  | 10         | Carlos Morales S.                   |
| 34              | 805         | Av. 6 Norte    | 6          | Palmiro Juárez Posas                |
| 35              | 807         | Av. 6 Norte    | 9          | Norma Rojas                         |
| 36              | 810         | Av. 6 Norte    | 4          | Rafael Méndez                       |
| 37              | 813         | Av. 6 Norte    | 9          | Lucas Valdez                        |
| 38              | 628         | Av. 8 Norte    | 9          | Agripina Camacho                    |
| 39              | 1016        | Av. 8 Norte    | 5          | Placida Soledad                     |
| 40              | 1014        | Av. 8 Norte    | 4          | Socorro Garrido F                   |
| 41              | 1008        | Av. 8 Norte    | 4          | Laura Guadalupe Soledad             |
| 42              | 1005        | Av. 8 Norte    | 4          | Tomas Romero                        |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

| No. Consecutivo | No. Oficial | Dirección       | Habitantes | Acepto el Muestreo ( Sr. o Sra.) |
|-----------------|-------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| 43              | 1006        | Av. 8 Norte     | 4          | Benito Ortiz                     |
| 44              | 625         | Av. 8 Norte     | 6          | Bernardo Zepeda                  |
| 45              | Callejón1   | Av. 8 Norte     | 3          | Guillermina Castro               |
| 46              | Callejón2   | Av. 8 Norte     | 8          | Alberta Romero M.                |
| 47              | 1002        | Av. 8 Norte     | 3          | Asunción López                   |
| 48              | 1001        | Av. 10 Oriente  | 3          | Ascensión Corona                 |
| 49              | S/n         | Av. 10 Oriente  | 4          | Piedad Valdez P.                 |
| 50              | 806         | Av. 10 Oriente  | 5          | Marisela Romero                  |
| 51              | 404         | Av. 10 Oriente  | 8          | Reina Gasca                      |
| 52              | 217         | Av. 10 Oriente  | 0          | José Luis Aguilar L.             |
| 53              | 212         | Av. 10 Oriente  | 8          | Concepción Marín                 |
| 54              | 209         | Av. 10 Oriente  | 5          | Jennifer Mateos R.               |
| 55              | 10          | Av. 10 Oriente  | 5          | Cirenia Luna                     |
| 56              | 8           | Av. 10 Oriente  | 2          | Maria Dolores Bautista           |
| 57              | 103         | Av. 10 Poniente | 7          | Zoila Cruz Espinosa              |
| 58              | 108         | Av. 10 Poniente | 4          | Cecilia Morales                  |
| 59              | 112         | Av. 10 Poniente | 7          | José Luis Tello O.               |
| 60              | 308         | Av. 10 Poniente | 3          | Jorge Domínguez P.               |
| 61              | 309         | Av. 10 Poniente | 4          | Domitila Beltran                 |
| 62              | 312         | Av. 10 Poniente | 3          | Andrés Kuk                       |
| 63              | 313         | Av. 10 Poniente | 5          | Lourdes Téllez                   |
| 64              | 503         | Av. 10 Poniente | 10         | Leobardo Manuel de la Rosa       |
| 65              | 510         | Av. 10 Poniente | 5          | Juan Jiménez                     |
| 66              | 511         | Av. 10 Poniente | 7          | Micaela Gordian S.               |
| 67              | 513         | Av. 10 Poniente | 14         | Joaquín Lima                     |
| 68              | 706         | Av. 10 Poniente | 9          | Miguel Morales                   |
| 69              | 712         | Av. 10 Poniente | 6          | Araceli Rojas Juárez             |
| 70              | 716         | Av. 10 Poniente | 2          | Víctor de lima Carrillo          |
| 71              | 903-A       | Av. 10 Poniente | 3          | Elena Méndez                     |
| 72              | 903-B       | Av. 10 Poniente | 1          | Cristina                         |
| 73              | 902         | Av. 10 Poniente | 11         | Laura Méndez Hdez                |
| 74              | 307         | Av. 12 Poniente | 8          | Juan Manuel Morales              |
| 75              | 301         | Av. 12 Poniente | 14         | Carlos Sánchez Ruiz              |
| 76              | S/n         | Av. 12 Poniente | 8          | Rogelio Rojas                    |
| 77              | 1016        | Av. 2 Norte     | 11         | José Luis Mateos                 |
| 78              | 209         | Av. 12 Oriente  | 8          | María Inés García                |
| 79              | 404         | Av. 12 Oriente  | 5          | Rosa Linda Valdez                |
| 80              | 411         | Av. 12 Oriente  | 6          | Raúl Pérez de Lima               |
| 81              | 406         | Av. 12 Oriente  | 8          | Guillermina Rueda                |
| 82              | 605         | Av. 12 Oriente  | 1          | Fausto Cortes Castillo           |
| 83              | 802         | Av. 6 Norte     | 4          | Cristina Zepeda                  |
| 84              | 104         | Av. 6 Poniente  | 6          | Familia García                   |

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

Los elementos de la lista definitiva fueron marcados con pintura amarilla en un lugar visible de la acera, con la finalidad de identificar los elementos de la muestra y agilizar la tarea de recolección.

Después de haber identificado todas las viviendas de la muestra, se les entregó la primera bolsa para llevar a cabo la llamada "operación limpieza", esta recolección se realizó el día lunes 16 de Octubre. Simultáneamente se entregó la segunda bolsa que sería recogida con residuos el día martes 17 de Octubre, siendo este el primer día del muestreo. Esta actividad se repitió durante los siguientes siete días, hasta el martes 24 de octubre.

En cada uno de los siete días del muestreo, se realizó la recolección siguiendo la ruta elegida. En las casas en que los habitantes no se encontraron, se pasaba a la siguiente y una vez terminada la ruta se regresaba a éstas con el fin de obtener el mayor número de muestras, logrando así obtener un promedio de 74 muestras diarias.

Después de recolectar todas las muestras posibles, se pesó cada una de ellas, con una aproximación de 10 gramos y descontando el peso de las bolsas de plástico que se asignaron para la recolección.

Los registros diarios se muestran en el Anexo (reporte Generación de Residuos) y el resumen de los siete días se presenta en el Cuadro No. 4.1.1.2.

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

**Cuadro No.4.1.1.2.  
Resumen de generación per cápita de residuos sólidos municipales**

| No. | Generación Percapita DIA No 2 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 3 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 4 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 5 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 6 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 7 ( Kg/hab/dia) | Generación Percapita DIA No 8 ( Kg/hab/dia) |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1   | 0.603                                       | 0.213                                       | 0.249                                       | 0.449                                       | 0.373                                       | 1.259                                       | 0.336                                       |
| 2   | 0.180                                       | 0.597                                       | 3.913                                       | 1.003                                       |   | 0.070                                       | 0.170                                       |
| 3   | 0.415                                       | 0.224                                       | 0.184                                       | 0.284                                       | 0.065                                       | 0.173                                       | 0.147                                       |
| 4   | 0.319                                       | 0.127                                       | 0.299                                       | 0.334                                       | 0.477                                       | 0.724                                       | 0.411                                       |
| 5   | 0.710                                       | 1.110                                       | 0.248                                       | 0.460                                       | 0.128                                       | 0.358                                       | 0.308                                       |
| 6   | 0.127                                       | 0.145                                       | 0.847                                       | 0.668                                       | 0.493                                       | 1.420                                       | 0.807                                       |
| 7   | 0.889                                       | 0.143                                       | 0.968                                       |   | 0.790                                       | 0.367                                       |   |
| 8   | 0.813                                       | 0.273                                       | 0.557                                       |   | 0.488                                       | 0.208                                       |   |
| 9   | 1.658                                       | 3.173                                       | 0.318                                       | 1.065                                       | 0.775                                       | 1.210                                       | 2.203                                       |
| 10  | 2.103                                       | 0.623                                       | 1.248                                       | 0.423                                       | 0.898                                       | 0.463                                       | 0.678                                       |
| 11  | 0.341                                       | 0.317                                       | 0.140                                       | 0.395                                       | 0.363                                       | 0.340                                       | 0.161                                       |
| 12  | 0.163                                       | 1.360                                       | 0.648                                       | 0.523                                       | 0.535                                       | 0.580                                       | 0.738                                       |
| 13  | 0.868                                       | 0.473                                       | 0.266                                       | 0.399                                       | 0.249                                       | 0.496                                       | 0.314                                       |
| 14  | 0.613                                       | 0.335                                       | 0.285                                       | 0.785                                       | 0.403                                       | 0.443                                       | 0.538                                       |
| 15  | 2.057                                       | 0.427                                       | 0.854                                       | 0.999                                       | 2.130                                       | 0.727                                       | 0.727                                       |
| 16  | 0.759                                       | 1.085                                       | 1.669                                       | 0.461                                       | 0.919                                       | 0.526                                       | 0.810                                       |
| 17  | 0.280                                       | 0.340                                       | 0.595                                       | 0.098                                       | 0.325                                       | 0.625                                       | 0.547                                       |
| 18  | 1.199                                       | 0.077                                       | 0.321                                       | 0.820                                       | 0.961                                       | 0.561                                       | 0.379                                       |
| 19  | 2.017                                       | 2.038                                       | 2.300                                       | 1.600                                       | 1.272                                       | 1.018                                       | 0.388                                       |
| 20  | 0.950                                       | 0.161                                       | 0.161                                       | 0.261                                       | 1.095                                       | 0.530                                       | 2.555                                       |
| 21  | 0.987                                       | 1.019                                       | 0.482                                       | 0.635                                       | 0.128                                       | 0.475                                       | 0.245                                       |
| 22  | 1.148                                       |   | 0.811                                       | 0.804                                       | 0.886                                       | 0.739                                       | 1.046                                       |
| 23  | 0.819                                       | 0.518                                       | 0.168                                       | 0.548                                       | 0.502                                       | 0.384                                       | 0.120                                       |
| 24  | 0.159                                       | 1.858                                       | 0.290                                       | 0.368                                       | 0.226                                       | 0.466                                       | 0.212                                       |
| 25  | 1.450                                       | 2.930                                       | 0.597                                       | 0.230                                       | 0.353                                       | 0.353                                       | 0.445                                       |
| 26  | 0.478                                       | 1.210                                       | 0.748                                       | 0.535                                       | 0.205                                       | 0.623                                       | 0.830                                       |
| 27  | 0.516                                       | 0.284                                       | 0.258                                       | 0.346                                       | 0.648                                       | 0.274                                       | 0.208                                       |
| 28  | 0.700                                       | 0.842                                       | 0.810                                       | 0.635                                       | 0.575                                       | 0.738                                       | 0.088                                       |
| 29  | 0.982                                       | 0.903                                       | 0.330                                       | 0.463                                       | 2.230                                       | 0.750                                       | 0.583                                       |
| 30  |   | 0.297                                       |   |   | 0.060                                       | 0.570                                       | 0.057                                       |
| 31  | 0.824                                       | 0.566                                       | 0.206                                       | 0.670                                       | 0.341                                       | 0.307                                       | 0.357                                       |
| 32  | 0.480                                       | 0.748                                       | 1.315                                       | 0.770                                       | 1.433                                       | 0.593                                       |   |
| 33  | 0.131                                       | 0.624                                       | 1.104                                       | 0.919                                       | 0.363                                       | 0.663                                       | 0.680                                       |
| 34  | 0.125                                       | 0.109                                       | 0.672                                       | 0.070                                       | 0.749                                       | 0.145                                       | 0.542                                       |
| 35  | 0.157                                       | 0.260                                       | 0.077                                       | 0.232                                       | 0.221                                       | 0.131                                       | 0.183                                       |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 36 | 0.209 | 0.333 | 0.510 | 0.301 | 0.177 | 0.286 | 0.364 | 0.311 |
| 37 | 0.067 | 0.404 | 0.099 | 0.110 | 0.277 | 0.111 | 0.266 | 0.190 |
| 38 | 0.552 | 0.216 | 0.371 | 0.559 | 0.279 | 0.372 | 0.301 | 0.379 |
| 39 | 0.187 | 0.273 | 0.448 | 0.285 | 0.228 | 0.553 | 0.988 | 0.423 |
| 40 | 0.614 | 0.770 | 0.516 | 0.682 | 0.288 | 0.682 | 0.270 | 0.546 |
| 41 | 0.146 | 0.298 | 0.798 | 0.448 | 0.444 |       | 0.421 | 0.426 |
| 42 | 0.384 | 0.162 | 0.430 | 0.497 | 0.330 | 0.413 | 0.153 | 0.338 |
| 43 |       |       |       | 0.275 | 0.085 | 0.140 | 0.330 | 0.208 |
| 44 |       | 0.742 | 0.128 |       |       |       |       | 0.435 |
| 45 | 0.330 | 1.045 | 0.295 | 0.145 | 0.727 | 0.573 | 0.330 | 0.492 |
| 46 | 0.145 | 0.349 | 0.499 | 0.093 | 0.628 | 0.439 | 0.100 | 0.322 |
| 47 | 0.485 | 0.995 | 0.345 | 1.015 | 0.085 | 0.970 | 0.480 | 0.625 |
| 48 | 0.083 |       |       |       |       |       |       | 0.083 |
| 49 | 0.303 | 0.230 | 0.120 | 0.093 | 0.280 | 0.150 | 0.305 | 0.211 |
| 50 | 1.803 | 0.598 | 0.310 | 0.373 | 0.380 | 0.357 | 0.157 | 0.568 |
| 51 | 0.979 | 0.486 | 0.711 | 0.280 | 0.243 | 0.780 | 0.138 | 0.517 |
| 52 |       |       | 0.385 | 0.248 | 0.248 | 0.410 | 0.520 | 0.362 |
| 53 | 0.873 | 0.486 | 0.011 | 0.911 | 0.808 | 0.206 | 0.464 | 0.537 |
| 54 | 0.353 | 0.548 | 0.198 | 0.482 | 0.303 | 0.245 | 0.538 | 0.381 |
| 55 | 0.280 | 0.410 | 0.418 | 0.248 |       | 0.285 | 0.163 | 0.301 |
| 56 | 0.870 | 0.420 | 0.220 | 0.545 |       | 1.275 | 0.710 | 0.673 |
| 57 | 0.513 | 1.156 | 0.774 |       | 0.231 | 0.461 | 0.360 | 0.582 |
| 58 | 0.618 | 0.833 | 0.260 | 1.505 | 0.557 | 0.409 |       | 0.697 |
| 59 | 0.946 | 1.034 | 0.634 | 0.263 | 0.079 | 0.620 | 0.139 | 0.531 |
| 60 | 0.943 |       | 0.263 | 0.183 | 0.185 |       | 0.327 | 0.475 |
| 61 | 0.433 | 0.248 |       | 0.105 |       |       | 0.313 | 0.366 |
| 62 | 0.323 | 0.363 |       |       | 0.217 |       |       | 0.301 |
| 63 | 0.168 | 0.238 | 0.398 | 0.694 | 1.094 | 0.336 | 0.256 | 0.455 |
| 64 | 0.711 | 0.599 | 1.409 | 1.754 | 0.492 | 0.583 | 0.500 | 0.864 |
| 65 | 0.930 | 1.338 | 0.458 | 1.288 | 2.102 | 1.124 | 0.410 | 1.093 |
| 66 | 1.188 |       |       |       |       |       |       | 1.188 |
| 67 | 0.491 | 1.194 | 1.085 | 0.331 | 0.268 | 0.637 | 0.232 | 0.605 |
| 68 | 1.029 | 1.421 | 0.589 | 0.349 |       | 0.236 | 0.312 | 0.656 |
| 69 | 1.011 | 0.342 | 0.844 |       | 0.486 | 0.266 | 0.540 | 0.498 |
| 70 | 0.810 | 0.070 | 2.595 | 2.195 |       | 0.940 |       | 1.322 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 71 | 1.233 | 1.380 | 0.397 | 0.207 | 0.347 |       | 0.110 | 0.612 |
| 72 | 0.750 | 0.395 | 0.470 | 0.560 | 0.070 | 0.178 | 0.218 | 0.377 |
| 73 | 1.138 | 0.674 | 0.481 | 0.387 | 0.295 | 0.217 | 0.604 | 0.542 |
| 74 | 0.963 | 0.266 | 0.510 | 0.238 | 0.102 | 0.301 | 0.519 | 0.414 |
| 75 |       | 0.310 | 0.278 | 0.785 | 0.142 | 0.099 |       | 0.323 |
| 76 | 0.355 | 0.848 | 0.479 | 0.393 | 0.304 | 0.245 | 0.234 | 0.408 |
| 77 | 0.648 | 0.135 | 0.663 | 0.428 | 0.276 | 0.422 | 0.439 | 0.430 |
| 78 | 0.248 | 0.388 | 0.299 | 0.508 | 0.678 | 0.223 | 0.146 | 0.356 |
| 79 | 0.780 | 1.942 | 0.145 | 0.832 | 0.000 | 0.405 | 1.018 | 0.854 |
| 80 | 0.797 | 0.490 | 1.582 | 0.657 | 0.718 | 0.800 | 0.667 | 0.816 |
| 81 | 0.643 | 0.940 | 0.193 | 0.155 | 0.987 | 0.269 | 1.603 | 0.684 |
| 82 | 0.718 | 0.710 | 0.305 | 0.655 | 4.250 | 0.273 | 0.257 | 1.024 |
| 83 | 0.693 | 0.299 | 0.458 | 0.682 | 0.798 | 0.574 | 0.608 | 0.587 |
| 84 | 1.931 | 0.268 |       |       | 1.091 | 0.532 | 1.100 | 0.984 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

| <b>GENERACION PERCAPITA ORDENADA<br/>ASCENDENTEMENTE<br/>(Kg/hab/día)</b> |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.083   | 0.356 | 0.437 | 0.542 | 0.656 | 0.984 |
| 0.180   | 0.362 | 0.438 | 0.546 | 0.661 | 0.989 |
| 0.190   | 0.362 | 0.455 | 0.567 | 0.673 | 1.024 |
| 0.208   | 0.366 | 0.467 | 0.568 | 0.684 | 1.093 |
| 0.211   | 0.377 | 0.468 | 0.582 | 0.697 | 1.131 |
| 0.213   | 0.379 | 0.474 | 0.587 | 0.816 | 1.188 |
| 0.246   | 0.381 | 0.475 | 0.605 | 0.816 | 1.322 |
| 0.294   | 0.384 | 0.486 | 0.612 | 0.854 | 1.486 |
| 0.301   | 0.401 | 0.492 | 0.617 | 0.864 | 1.519 |
| 0.301   | 0.408 | 0.497 | 0.625 | 0.890 |       |
| 0.311   | 0.414 | 0.498 | 0.627 | 0.890 |       |
| 0.322   | 0.423 | 0.511 | 0.631 | 0.892 |       |
| 0.323   | 0.426 | 0.517 | 0.641 | 0.906 |       |
| 0.338   | 0.430 | 0.531 | 0.644 | 0.908 |       |
| 0.344   | 0.435 | 0.537 | 0.649 | 0.919 |       |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| MEDIA ARITMETICA<br>(Promedio) | 0.583 |
| MEDIA GEOMETRICA               | 0.517 |
| DESVIACION ESTANDAR            | 0.290 |
| VALOR MINIMO                   | 0.083 |
| VALOR MAXIMO                   | 1.519 |
| VARIANZA                       | 0.084 |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

### ANÁLISIS DE OBSERVACIONES SOSPECHOSAS

#### Análisis de observaciones sospechosas

Al aplicar el criterio de Dixon, citado en la norma NMX-AA-61-1985 para aceptar o rechazar observaciones sospechosas es necesario ordenar los 84 elementos de la premuestra en orden creciente y numerarlos como se muestra en el Cuadro No. 4.1.1.3.

**CUADRO No. 4.1.1.3**  
**Generación per cápita listada**  
**en orden ascendente**

| <i>Numero.<br/>consecutivo.</i> | <i>Generación<br/>promedio</i> |  | <i>Numero.<br/>consecutivo.</i> | <i>Generación<br/>promedio</i> |
|---------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|
| 1                               | <b>0.083</b>                   |  | 37                              | 0.438                          |
| 2                               | <b>0.180</b>                   |  | 38                              | 0.455                          |
| 3                               | <b>0.190</b>                   |  | 39                              | 0.467                          |
| 4                               | <b>0.208</b>                   |  | 40                              | 0.468                          |
| 5                               | <b>0.211</b>                   |  | 41                              | 0.474                          |
| 6                               | 0.213                          |  | 42                              | 0.475                          |
| 7                               | 0.246                          |  | 43                              | 0.486                          |
| 8                               | 0.296                          |  | 44                              | 0.492                          |
| 9                               | 0.294                          |  | 45                              | 0.497                          |
| 10                              | 0.301                          |  | 46                              | 0.498                          |
| 11                              | 0.301                          |  | 47                              | 0.511                          |
| 12                              | 0.311                          |  | 48                              | 0.517                          |
| 13                              | 0.322                          |  | 49                              | 0.531                          |
| 14                              | 0.323                          |  | 50                              | 0.537                          |
| 15                              | 0.338                          |  | 51                              | 0.542                          |
| 16                              | 0.344                          |  | 52                              | 0.546                          |
| 17                              | 0.356                          |  | 53                              | 0.567                          |
| 18                              | 0.362                          |  | 54                              | 0.568                          |
| 19                              | 0.362                          |  | 55                              | 0.582                          |
| 20                              | 0.366                          |  | 56                              | 0.587                          |
| 21                              | 0.377                          |  | 57                              | 0.605                          |
| 22                              | 0.379                          |  | 58                              | 0.612                          |
| 23                              | 0.381                          |  | 59                              | 0.617                          |
| 24                              | 0.384                          |  | 60                              | 0.625                          |
| 25                              | 0.401                          |  | 61                              | 0.627                          |
| 26                              | 0.408                          |  | 62                              | 0.631                          |
| 27                              | 0.414                          |  | 63                              | 0.641                          |
| 28                              | 0.423                          |  | 64                              | 0.644                          |
| 29                              | 0.426                          |  | 65                              | 0.649                          |
| 30                              | 0.430                          |  | 66                              | 0.656                          |
| 31                              | 0.435                          |  | 67                              | 0.661                          |
| 32                              | 0.437                          |  | 68                              | 0.673                          |
| 33                              | 0.697                          |  | 69                              | 0.919                          |
| 34                              | 0.816                          |  | 70                              | 0.984                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

| Numero. consecutivo. | Generación promedio |  | Numero. consecutivo. | Generación promedio |
|----------------------|---------------------|--|----------------------|---------------------|
| 35                   | 0.816               |  | 71                   | 0.989               |
| 36                   | 0.854               |  | 72                   | 1.024               |
| 73                   | 0.864               |  | 79                   | 0.093               |
| 73                   | 0.890               |  | 80                   | <b>1.131</b>        |
| 75                   | 0.890               |  | 81                   | <b>1.188</b>        |
| 76                   | 0.892               |  | 82                   | <b>1.322</b>        |
| 77                   | 0.906               |  | 83                   | <b>1.486</b>        |
| 78                   | 0.908               |  | 84                   | <b>1.519</b>        |

Siguiendo con el criterio de Dixon citado en la norma NMX-AA-61-1985 se calculó el valor estadístico (r) con las siguientes expresiones algebraicas:

Cuando se sospecha del elemento máximo de la premuestra

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad \dots \quad (1)$$

Cuando se sospecha del elemento mínimo de la premuestra

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \quad \dots \quad (2)$$

Donde:

X= elemento de la premuestra

n = número de observaciones o elemento mayor

1 = El elemento menor

i = n-(j-1) . . . . . (3)

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados

El valor obtenido para el estadístico r, debe ser comparado con el valor estadístico permisible ( $r_{1-\alpha/2}$ ) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza o riesgo utilizado ( $\alpha$ ) y el número de observaciones realizadas (elementos de la premuestra, n). Ver Normas Anexas , NOM-AA-61-1985 pág. 17/18, tabla "Criterio para rechazo de observaciones restantes".

Con el riesgo utilizado,  $\alpha = 0.2$

$$1-\alpha/2 = 1-0.20/2 = 1-0.10 = 0.90 \quad (\text{Percentil})$$

Y con 84 observaciones (más de 25), que se realizaron en este estrato, se tiene que:

$$r_{1-\alpha/2} = 0.360$$

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Para este estudio fueron considerados como sospechosos los 5 primeros datos (cola inferior), así como los 5 últimos (cola superior), de lo cual se obtiene,  $j = 5$ .

##### **Análisis de la “cola superior”**

Para realizar la aceptación o rechazo el elemento 84 que es el máximo de la muestra (ver Cuadro No. 4.1.1.3), se obtienen los siguientes resultados:

Como  $j = 5$

Entonces:  $X_j = X_5$ , que es el elemento 5 del Cuadro No. 4.1.1.3

$$X_5 = 0.211$$

Como  $n = 84$ ,

Entonces:  $X_n = X_{84}$ , que es el elemento 84 (ver Cuadro No. 4.1.1.3)

$$X_{84} = 1.519$$

Para calcular el valor de  $i$ , se aplica la fórmula 3 con:

$$n = 84$$

$$j = 5$$

$$i = 84 - (5 - 1) = 80$$

Entonces:  $X_i = X_{80}$  que es el elemento 80 (ver Cuadro No. 4.1.1.3)

$$X_{80} = 1.131$$

Con los valores obtenidos y al aplicar la fórmula 1

$$r = \frac{1.519 - 1.131}{1.519 - 0.211} = \frac{0.390}{1.31}$$

$$r = 0.30$$

Como  $r = 0.30 < r_{1-\alpha/2} = 0.360$

Entonces se acepta el elemento y por lo tanto se aceptan los otros cuatro datos que integran la cola superior, dado que su valor es menor al aceptado.

##### **Análisis de la “cola inferior”**

Para aceptar o rechazar el elemento No. 1 que es el menor de la lista (ver Cuadro No. 4.1.1.3), se tiene lo siguiente:

Como  $j = 5$

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

Entonces:  $X_j = X_5$ , que es el elemento 5 (ver Cuadro No. 4.1.1.3)

$$X_5 = 0.211$$

$X_1 = 0.083$  que es el elemento 1 (ver Cuadro No. 5)

Para calcular el valor de  $i$ , se aplica la fórmula 3 con:

$$n = 84$$

$$j = 5$$

$$i = 84 - (5 - 1) = 80$$

Entonces:  $X_i = X_{80}$  que es el elemento 80 (ver Cuadro No. 4.1.1.3)

$$X_{80} = 1.131$$

Con los valores obtenidos y al aplicar la fórmula 2

$$r = \frac{0.211 - 0.083}{1.131 - 0.083} = \frac{0.128}{1.048}$$

$$r = 0.122$$

Como

$$r = 0.122 < r_{1-\alpha/2} = 0.360$$

Se acepta el elemento y por lo tanto se aceptan los otros cuatro que integran la cola inferior dado que su valor es mayor al aceptado

En este caso no se rechaza ningún elemento sospechoso, por lo tanto, con los 84 elementos de la muestra, se calcula el promedio, la media y la desviación estándar, que se resumen en el Cuadro No. 4.1.1.4.

**Cuadro No. 4.1.1.4.  
Resultados del análisis estadístico (Estrato medio)**

| <i>Concepto</i>     | <i>Valor</i>     |
|---------------------|------------------|
| Promedio            | 0.583 kg/hab*día |
| Media               | 0.517 kg/hab*día |
| Desviación estándar | 0.290            |

**Determinación del tamaño real de la muestra**

Para determinar si el número de elementos que analizaron es adecuado, se sigue el procedimiento señalado en la Norma NOM-AA-61-1985 (ver Normas Anexas).

Este cálculo se realiza con la siguiente expresión:

$$n_1 = \left( \frac{t * S}{E} \right)^2 \dots \dots \dots (4)$$

Donde

$n_1$  = Tamaño real de la muestra

E = Error muestral. En este caso se utilizó E=0.06, que esta dentro del rango recomendado en la norma NOM-AA-61-1985, pág.9/18

S = Desviación estándar de la premuestra

t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado. Ver tabla "Percentil de la distribución t (1- $\alpha$ /2)", Anexo No. 4, NOM-AA-61-1985, pág. 18/18

La variable  $n_1$  "tamaño real de la muestra" es el número mínimo de elementos que debería tener la muestra, si resulta mayor que el número de muestras analizadas n ( $n_1 > n$ ), entonces se deberán realizar nuevas pruebas, en caso de que resulte menor o igual a n, se acepta la cantidad de muestras observadas.

Para determinar el valor del percentil t es necesario calcular el valor 1- $\alpha$ /2

Con un  $\alpha = 0.2$ , tomado en este muestreo se tiene que:

$$1 - \alpha/2 = 1 - 0.10 = 0.90$$

Por lo tanto, el valor t se busca en la columna  $t_{90}$

Para conocer el valor de t con  $t_{90}$  y 84 observaciones, fue necesario generar el Cuadro No. 7 por medio de interpolaciones lineales a partir de la tabla No 7, ya que en ésta no existen valores para un número de observaciones entre 60 y 120

Entonces, con  $t_{90}$  y un total de 84 observaciones del Cuadro No. 4.1.1.5 se obtiene:

$$t = 1.2932$$



#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

Con los siguientes datos:

S = 0.290 (Ver Cuadro No. 6)

E = 0.06, valor que se encuentra dentro del rango recomendado en la norma NOM-AA-61-1985, pág.9/18

Al aplicar la fórmula 4

$$n_1 = \left( \frac{1.2932 * 0.290}{0.06} \right)^2$$

$$n_1 = 39.0683$$

Como

$$n = 84$$

$$n_1 = 39.0683$$

$$n > n_1$$

Por lo tanto se conservan las 84 observaciones.

**IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

**Cuadro No. 4.1.1.5**  
**Valores del percentil de la distribución "t" de Student**

| <b>Grados de Libertad</b> | <b>t<sub>90</sub></b> | <b>t<sub>96</sub></b> | <b>t<sub>97</sub></b> | <b>t<sub>975</sub></b> |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 60                        | 1.296                 | 1.671                 | 1.89033               | 2.000                  |
| 70                        | 1.29483               | 1.66883               | 1.88742               | 1.99967                |
| 71                        | 1.29472               | 1.66862               | 1.88713               | 1.99633                |
| 72                        | 1.29460               | 1.66840               | 1.88684               | 1.996                  |
| 73                        | 1.29448               | 1.66818               | 1.88655               | 1.99567                |
| 74                        | 1.29437               | 1.66797               | 1.88626               | 1.99533                |
| 75                        | 1.29425               | 1.66775               | 1.88597               | 1.995                  |
| 76                        | 1.29413               | 1.66753               | 1.85679               | 1.99467                |
| 77                        | 1.29402               | 1.66732               | 1.885388              | 1.9943                 |
| 78                        | 1.29390               | 1.66710               | 1.885098              | 1.994                  |
| 79                        | 1.29378               | 1.66688               | 1.884807              | 1.99367                |
| 80                        | 1.29367               | 1.66667               | 1.884551              | 1.99333                |
| 81                        | 1.29355               | 1.66645               | 1.884226              | 1.993                  |
| 82                        | 1.29343               | 1.66623               | 1.883935              | 1.99267                |
| 83                        | 1.29332               | 1.66602               | 1.883645              | 1.99233                |
| <b>84</b>                 | <b>1.29320</b>        | <b>1.66580</b>        | <b>1.883354</b>       | <b>1.992</b>           |
| 85                        | 1.29308               | 1.66558               | 1.883063              | 1.99167                |
| 86                        | 1.29297               | 1.66537               | 1.882772              | 1.99133                |
| 87                        | 1.29285               | 1.66515               | 1.882482              | 1.991                  |
| 88                        | 1.29273               | 1.66493               | 1.882191              | 1.99067                |
| 89                        | 1.29262               | 1.66472               | 1.881900              | 1.99033                |
| 90                        | 1.29250               | 1.66450               | 1.88161               | 1.99                   |
| 100                       | 1.29133               | 1.66233               | 1.87870               | 1.98667                |
| 110                       | 1.29017               | 1.66017               | 1.87579               | 1.98333                |
| 120                       | 1.289                 | 1.65800               | 1.87289               | 1.980333               |

**Análisis de confiabilidad**

Para este análisis se establecen las hipótesis nula  $H_0$  y alternativa  $H_1$  de la siguiente forma:

$$H_0 : \bar{X} = \mu$$

$$H_1 : \bar{X} \neq \mu$$

Se calcula el parámetro t con la siguiente expresión

$$t = \frac{\mu - \bar{X}}{S / \sqrt{n}} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

- $\mu$  = media poblacional
- $\bar{X}$  = media muestral
- S = desviación estándar
- n = número de observaciones

Además se sabe que:  $\mu - \bar{X} = E$

Donde

E = error muestral

Al sustituir los valores en la expresión 5, se obtiene que

$$t = 0.06 / (0.290 / 84^{1/2})$$

$$t = 1.8962$$

A continuación se consulta la tabla “Percentil de la distribución t” incluida en la Norma Anexa , NMX-AA-61-1985 pág. 18/18, de la que se obtiene con 84 observaciones (grados de libertad) los siguientes valores:

- $t_{(0.9)} = 1.29320$ , para el 80% de confiabilidad
- $t_{(0.96)} = 1.66580$ , para el 90% de confiabilidad
- $t_{(0.97)} = 1.883354$ , para el 92% de confiabilidad
- $t_{(0.975)} = 1.992$ , para el 95% de confiabilidad

Como  $t_{(0.975)} = 1.992 > t = 1.8962$

Se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa, con una confiabilidad del 95%

**Cuadro No. 4.1.1.6**  
**Resumen de resultados del análisis estadístico**  
**(Estrato medio)**

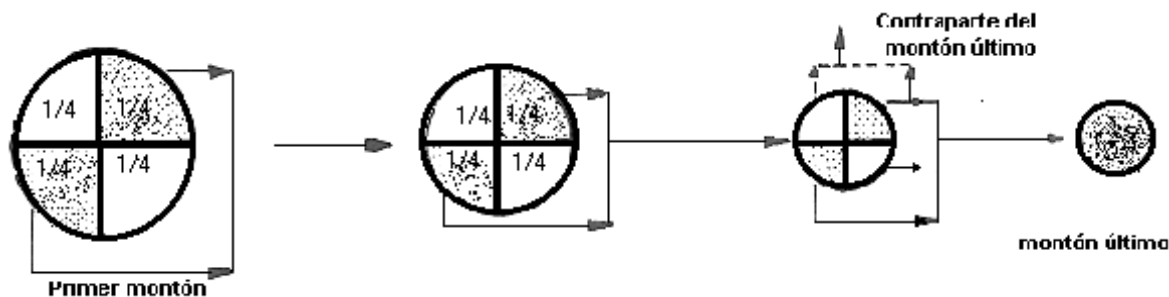
| <i>Concepto</i>     | <i>Valor</i>     |
|---------------------|------------------|
| Numero de Muestras  | 84 viviendas     |
| Promedio            | 0.583 kg/hab*día |
| Media               | 0.517 kg/hab*día |
| Desviación estándar | 0.290            |

**4.1.2 Método del cuarteo**

**4.1.2.1 Método del Cuarteo para la obtención del peso volumétrico in-situ.**

1. Se tomaron las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación.
2. Las bolsas se vaciaron formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m. por 4 m.,
3. El montón de residuos sólidos se traspaleo con pala y biello, hasta homogeneizarlo, después se dividió en cuatro partes iguales A, B, C y D (Cuadro No 4.1.2.1), se eliminaron dos partes opuestas, de una de las partes restantes se lleno el tambo de 200 litros hasta el tope con residuos homogeneizados, obtenidos

**Cuadro No. 4.1.2.1**  
**Método del Cuarteo**



4. Se golpeó el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura aproximada de 10 cm.

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

5. Nuevamente se agregaron residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente, ésto con el fin de no alterar el peso volumétrico.
6. Se tomaron los debidos cuidados al colocar los residuos para que fuesen incluidos los finos.
7. Para obtener el peso neto de los residuos, se pesó el recipiente lleno y se le resto la tara.
8. una vez obtenido el peso neto, éste fue dividido entre en volumen correspondiente al tambo ( m<sup>3</sup>) de lo cual se presenta en el Cuadro No 10 el resumen de los pesos volumétricos obtenidos durante la semana del muestreo

#### **Peso volumétrico.**

El peso volumétrico se determino bajo lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19-1985 la cual establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de “cuarteo”.

Para realizar el peso volumétrico de los residuos se utilizo el siguiente equipo:

- Básculas de piso con capacidad de 200 kg.
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 l.
- Palas curvas.
- Overoles.
- Guantes de carnaza.
- Escobas.
- Recogedores.
- Botas de hule.
- Mascarillas.
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de informe de campo, marcadores, etc.).

Se peso el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

Se lleno el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, se golpeo el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se peso el recipiente con estos y se resto el valor de la tara.

El peso volumétrico del residuo sólido se calculo mediante la siguiente formula:

$$P_v = \frac{P}{V}$$

En donde:

P<sub>v</sub>= Peso volumétrico del residuo sólido, en kg/m<sup>3</sup>

P= Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg.

V= Volumen del recipiente, en m<sup>3</sup>.

Obteniéndose los siguientes resultados:

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

### *Peso volumétrico in situ*

Para determinar este parámetro, se siguió el procedimiento señalado en las normas:

NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo

NMX-AA-19-1985 Peso Volumétrico "in situ"

**Cuadro No. 4.1.2.2**  
**Resumen de peso volumétrico obtenido in - situ**

| <i>Día no.</i>         | <i>Peso volumétrico<br/>( kg/m<sup>3</sup> )</i> |
|------------------------|--|
| 2                      | 152.05   |
| 3                      | 148.567  |
| 4                      | 160.984  |
| 5                      | 155.642  |
| 6                      | 152.105  |
| 7                      | 123.806  |
| 8                      | 155.642  |
| <b><i>Promedio</i></b> | <b><i>149.828</i></b>                            |

El material y equipo utilizado fue el siguiente:

1 Tambo metálico de 200 litros

2 Palas

2 Bieldos

1 Báscula tipo romana con capacidad de 200 Kg; precisión de 10 gr.

Equipo de protección personal (guantes, botas, mascarilla, etc.)

### **4.1.3 Cuantificación de Subproductos**

De la cuarta parte restante del cuarteo se obtuvo la muestra que sirvió para la cuantificación de los subproductos, de la cual destacan las siguientes observaciones:

Los registros diarios se presentan en el Anexo (Reporte Generación de Residuos) y el resumen de la composición genérica de los residuos sólidos se muestra en el Cuadro No. 4.1.3.1. del cual se identificaron los siguientes materiales:

Los materiales que se presentaron en menor porcentaje fueron:

- a) Poliuretano expandido 0.3%
- b) Madera 0.5 %
- c) Loza y cerámica 0.7%
- d) Material ferroso 1.0%
- e) Hule 1.4%

Los materiales que se presentaron en mayor porcentaje fueron los siguientes:

- a) Residuos alimenticios 25.6%
- b) Papel 9.4%
- c) Pañal desechable 8.1%
- d) Residuos finos 18.2%

Materiales de mayor valor comercial

- a) Papel 9.4%
- b) Cartón 3.1%
- c) Aluminio 0.5%
- d) Vidrio de color y transparente 1.9%

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

**Cuadro No 4.1.3.1**  
**Promedio de peso en %**  
**De los subproductos clasificados**

| SUBPRODUCTO                         | PESO        | PESO        | PESO        | PESO        | PESO        | PESO        | PESO        | PROMEDIO<br>DE PESO EN<br>% |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
|                                     | EN %        | EN %        | EN %        | EN %        | EN %        | EN %        | EN %        |                             |
|                                     | Día No<br>2 | Día No<br>3 | Día No<br>4 | Día No<br>5 | Día No<br>6 | Día No<br>7 | Día No<br>8 |                             |
| ALGODÓN                             |             |             |             |             |             |             |             |                             |
| CARTON                              | 3.0         | 3.9         | 4.6         | 1.1         | 5.6         | 1.8         | 1.4         | 3.1                         |
| CUERO                               | 1.4         | 0.4         | 0.6         | 0.7         | 3.0         |             | 1.6         | 1.3                         |
| RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 1.6         | 22.6        | 21.4        | 30.1        | 30.4        | 10.7        | 10.7        | 18.2                        |
| ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 8.3         | 1.0         | 0.3         | 0.4         |             | 0.5         |             | 2.1                         |
| FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.7         | 2.4         | 1.3         | 2.0         | 0.5         | 1.5         | 0.2         | 1.2                         |
| FIBRAS SINTETICAS                   | 0.7         |             | 0.6         | 1.1         | 1.1         | 1.7         | 0.9         | 1.0                         |
| HUESO                               | 0.7         | 1.9         | 0.3         | 0.4         | 0.2         | 0.9         | 1.5         | 0.8                         |
| HULE                                | 0.3         | 0.3         | 0.7         | 3.9         | 0.4         |             | 3.0         | 1.4                         |
| VINIL                               |             |             |             |             |             |             | 0.8         | 0.8                         |
| LATAS:                              |             |             |             |             |             |             |             |                             |
| DE ALUMINIO                         |             | 1.2         | 0.5         | 0.3         | 0.4         | 0.3         | 0.4         | 0.5                         |
| OTROS METALES                       |             | 0.5         | 1.7         | 1.7         | 1.4         | 1.8         | 1.3         | 1.4                         |
| LOZA Y CERAMICA                     |             | 0.4         |             |             | 0.5         |             | 1.1         | 0.7                         |
| MADERA                              |             |             | 0.4         |             |             | 0.6         |             | 0.5                         |
| MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 9.7         | 0.6         | 3.8         | 3.6         | 5.5         |             |             | 4.6                         |
| MATERIAL FERROSO                    | 1.6         |             |             |             |             |             | 0.3         | 1.0                         |
| MATERIAL NO-FERROSO                 | 0.7         |             |             |             |             |             |             | 0.7                         |
| PAPEL                               | 20.6        | 13.7        | 4.2         | 4.5         | 6.0         | 7.2         | 10.0        | 9.4                         |
| PAÑAL DESECHABLE                    | 6.5         | 10.0        | 8.9         | 4.1         | 4.5         | 11.6        | 10.9        | 8.1                         |
| PLASTICO DE PELICULA                | 5.8         | 4.6         | 9.7         | 5.1         | 4.8         | 5.5         | 3.9         | 5.6                         |
| PETE                                | 1.5         | 1.2         | 3.0         | 1.3         | 1.8         | 2.1         | 2.5         | 1.9                         |
| PLASTICO RIGIDO                     | 3.0         | 2.4         | 2.5         | 1.0         | 1.6         | 1.3         | 1.3         | 1.9                         |
| POLIURETANO                         | 0.5         | 0.3         | 0.6         | 0.5         | 0.3         | 0.7         | 0.2         | 0.4                         |
| POLIURETANO EXPANDIDO               | 0.3         |             |             |             |             |             |             | 0.3                         |
| RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 24.6        | 18.9        | 16.2        | 25.8        | 21.8        | 38.1        | 33.5        | 25.6                        |
| RESIDUOS DE JARDINERIA:             |             |             |             |             |             |             |             |                             |
| ORGANICOS.                          | 1.0         | 6.6         | 12.7        | 4.1         | 2.1         | 2.2         | 1.4         | 4.3                         |
| INORGANICOS.                        |             |             |             |             |             |             |             |                             |
| TRAPO                               | 0.9         | 2.1         | 0.6         | 2.2         | 1.9         | 1.5         | 2.4         | 1.6                         |
| VIDRIO DE COLOR                     |             | 0.6         |             |             |             |             | 0.5         | 0.5                         |
| VIDRIO TRANSPARENTE                 | 2.3         | 1.7         | 1.1         | 1.4         | 1.8         | 2.2         | 2.8         | 1.9                         |
| OTROS                               | 4.3         | 2.8         | 4.2         | 4.5         | 4.6         | 7.3         | 7.6         | 5.0                         |
| PARAFINA                            |             |             |             |             |             | 0.4         |             | 0.4                         |



## **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

### **4.1.3.1. - Método de cuarteo para la selección de subproductos.**

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15 Protección al Ambiente - Contaminación del suelo- Residuos Sólidos Municipales – Muestreo - Método de cuarteo. Esta Norma Oficial Mexicana, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímetros para los análisis en el laboratorio.

El equipo que se utilizo para realizar este método de cuarteo son los siguientes:

- Básculas de piso, con capacidad de 200 kg.
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m. y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).
- Palas curvas.
- Bieldos.
- Overoles.
- Guantes de carnaza.
- Escobas.
- Botas de hule
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras.
- Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc.).

Para realizar el cuarteo, se tomaron las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, el contenido de dichas bolsas se vaciaron formando un montón sobre un área plana horizontal de 4m. x 4m. de cemento pulido o similar y bajo techo.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o bieldo, hasta homogenizarlos, posteriormente se dividió en cuatro partes aproximadamente iguales, y se eliminaron las partes opuestas, se repitió esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg. de residuos sólidos con la cual se hizo la selección de subproductos.

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se tomaron 10 kg aproximadamente de residuos sólidos para el análisis de laboratorio, y con el resto se determino el peso volumétrico de los residuos sólidos.

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

### 4.1.3.2 - Generación per cápita.

De acuerdo a la NOM-AA-61-1985 la generación per capita de residuos sólidos se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de muestreo estadístico aleatorio en campo.

A partir del riesgo seleccionado se adopta un tamaño de muestra por estrato

| Riesgo<br>( $\alpha$ ) | Tamaño de<br>Muestra<br>(n) |
|------------------------|-----------------------------|
| 0.20                   | 50                          |

- 1) Se determino y ubico el universo de trabajo en un plano actualizado.
- 2) Se contó y numero en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño.
- 3) Se identificaron físicamente los elementos de la muestra en el universo del trabajo, anotando con pintura amarilla el numero aleatorio correspondiente al elemento.
- 4) Se recorrió el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las casas seleccionadas para la muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar.
- 5) Se visito nuevamente las casas - habitación seleccionadas para el primer día en que se realizo el muestreo, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados el día anterior.
- 6). A partir del segundo día y hasta el séptimo día del periodo de muestreo se recogieron las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados del día anterior, y a su vez se entrego una nueva bolsa para almacenar los residuos por generar las siguientes 24 horas.  
A la bolsa conteniendo los residuos generados, se le anotó el numero aleatorio correspondiente, con el fin de identificar los elementos de la muestra.  
En el octavo día únicamente se recogieron las bolsas con los residuos generados el día anterior.
- 7) Diariamente después de recoger los residuos generados se procedió a pesar cada elemento anotando su valor en la cédula de encuesta, y en el renglón correspondiente al día en que fue generado.
- 8) Para obtener el valor de la generación per- cápita de residuos sólidos en kg/ha-día correspondiente a la fecha en que fueron generados; se dividió el peso de los residuos sólidos entre el numero de habitantes de la casa habitación.

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### RUTA PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO

Fecha de recolección: Martes 17 de Octubre (1er día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Dirección      | Habitantes | Acepto el Muestreo ( Sr. o Sra.) |
|-----------------|-------------|----------------|------------|----------------------------------|
| 1               | 509         | Av. 6 Poniente | 7          | Dolores Pérez de Hdez            |
| 2               | 507         | Av. 6 Poniente | 3          | Elizabeth Cruz R                 |
| 3               | 308         | Av. 6 Poniente | 11         | Antonio López Sánchez            |
| 4               | 311         | Av. 6 Poniente | 7          | Maria de Jesús Ramírez           |
| 5               | 306         | Av. 6 Poniente | 4          | José Varela Espinosa             |
| 6               | 303         | Av. 6 Poniente | 7          | Asunción Juárez                  |
| 7               | 118         | Av. 6 Poniente | 8          | Isabel Téllez Jaén               |
| 8               | 116         | Av. 6 Poniente | 6          | Gonzalo Rodríguez R.             |
| 9               | 110         | Av. 6 Poniente | 5          | José Miguel Arroniz              |
| 10              | 106         | Av. 6 Poniente | 4          | Félix González B.                |
| 11              | 102         | Av. 6 Poniente | 11         | Alejandro García                 |
| 12              | 101         | Av. 6 Poniente | 5          | Rodolfo Zamora S.                |
| 13              | 1           | Av. 6 Oriente  | 4          | Raquel Méndez                    |
| 14              | 3           | Av. 6 Oriente  | 4          | Bernardino Méndez G.             |
| 15              | 9           | Av. 6 Oriente  | 4          | Alejandra Aguilar Quiroz         |
| 16              | 15          | Av. 6 Oriente  | 7          | Laura Sánchez                    |
| 17              | 16          | Av. 6 Oriente  | 6          | Concepción Espejel               |
| 18              | 17          | Av. 6 Oriente  | 7          | Margarita Ramírez                |
| 19              | 19          | Av. 6 Oriente  | 5          | Ma. De la Luz Ojeda              |
| 20              | 202         | Av. 6 Oriente  | 8          | Miguel Sánchez Báez              |
| 21              | 205         | Av. 6 Oriente  | 6          | Inés Barranco Castañeda          |
| 22              | 211         | Av. 6 Oriente  | 8          | Pedro Téllez Luna                |
| 23              | 208         | Av. 6 Oriente  | 5          | Rosario Ramírez                  |
| 24              | 212         | Av. 6 Oriente  | 5          | Carlos Velásquez T.              |
| 25              | 215         | Av. 6 Oriente  | 4          | Cruz Priego                      |
| 26              | 214         | Av. 6 Oriente  | 4          | Hipólito Rojas Rosas             |
| 27              | 218         | Av. 6 Oriente  | 5          | Jorge Jaén López                 |
| 28              | 213         | Av. 6 Oriente  | 20         | Catalina Cerón                   |
| 29              | 401         | Av. 6 Oriente  | 3          | Violeta Veles                    |
| 30              | 403         | Av. 6 Oriente  | 3          | José Luis Sánchez S.             |
| 31              | 407         | Av. 6 Oriente  | 7          | Pablo Ramírez Yáñez              |
| 32              | 409         | Av. 6 Oriente  | 5          | Claudia Pérez Bonilla            |
| 33              | 412         | Av. 6 Oriente  | 10         | Carlos Morales S.                |
| 34              | 805         | Av. 6 Norte    | 6          | Palmiro Juárez Posas             |
| 35              | 807         | Av. 6 Norte    | 9          | Norma Rojas                      |
| 36              | 810         | Av. 6 Norte    | 4          | Rafael Méndez                    |
| 37              | 813         | Av. 6 Norte    | 9          | Lucas Valdez                     |
| 38              | 628         | Av. 8 Norte    | 9          | Agripina Camacho                 |
| 39              | 1016        | Av. 8 Norte    | 5          | Placida Soledad                  |
| 40              | 1014        | Av. 8 Norte    | 4          | Socorro Garrido F                |
| 41              | 1008        | Av. 8 Norte    | 4          | Laura Guadalupe Soledad          |
| 42              | 1005        | Av. 8 Norte    | 4          | Tomas Romero                     |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### RUTA PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO

Fecha de recolección: Martes 17 de Octubre (1er día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Dirección       | Habitantes | Acepto el Muestreo ( Sr. o Sra.) |
|-----------------|-------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| 43              | 1006        | Av. 8 Norte     | 4          | Benito Ortiz                     |
| 44              | 625         | Av. 8 Norte     | 6          | Bernardo Zepeda                  |
| 45              | Callejón1   | Av. 8 Norte     | 3          | Guillermina Castro               |
| 46              | Callejón2   | Av. 8 Norte     | 8          | Alberta Romero M.                |
| 47              | 1002        | Av. 8 Norte     | 3          | Asunción López                   |
| 48              | 1001        | Av. 10 Oriente  | 3          | Ascensión Corona                 |
| 49              | S/n         | Av. 10 Oriente  | 4          | Piedad Valdez P.                 |
| 50              | 806         | Av. 10 Oriente  | 5          | Marisela Romero                  |
| 51              | 404         | Av. 10 Oriente  | 8          | Reina Gasca                      |
| 52              | 217         | Av. 10 Oriente  | 0          | José Luis Aguilar L.             |
| 53              | 212         | Av. 10 Oriente  | 8          | Concepción Marín                 |
| 54              | 209         | Av. 10 Oriente  | 5          | Jennifer Mateos R.               |
| 55              | 10          | Av. 10 Oriente  | 5          | Cirenia Luna                     |
| 56              | 8           | Av. 10 Oriente  | 2          | Maria Dolores Bautista           |
| 57              | 103         | Av. 10 Poniente | 7          | Zoila Cruz Espinosa              |
| 58              | 108         | Av. 10 Poniente | 4          | Cecilia Morales                  |
| 59              | 112         | Av. 10 Poniente | 7          | José Luis Tello O.               |
| 60              | 308         | Av. 10 Poniente | 3          | Jorge Domínguez P.               |
| 61              | 309         | Av. 10 Poniente | 4          | Domitila Beltran                 |
| 62              | 312         | Av. 10 Poniente | 3          | Andrés Kuk                       |
| 63              | 313         | Av. 10 Poniente | 5          | Lourdes Téllez                   |
| 64              | 503         | Av. 10 Poniente | 10         | Leobardo Manuel de la Rosa       |
| 65              | 510         | Av. 10 Poniente | 5          | Juan Jiménez                     |
| 66              | 511         | Av. 10 Poniente | 7          | Micaela Gordian S.               |
| 67              | 513         | Av. 10 Poniente | 14         | Joaquín Lima                     |
| 68              | 706         | Av. 10 Poniente | 9          | Miguel Morales                   |
| 69              | 712         | Av. 10 Poniente | 6          | Araceli Rojas Juárez             |
| 70              | 716         | Av. 10 Poniente | 2          | Víctor de lima Carrillo          |
| 71              | 903-A       | Av. 10 Poniente | 3          | Elena Méndez                     |
| 72              | 903-B       | Av. 10 Poniente | 1          | Cristina                         |
| 73              | 902         | Av. 10 Poniente | 11         | Laura Méndez Hdez                |
| 74              | 307         | Av. 12 Poniente | 8          | Juan Manuel Morales              |
| 75              | 301         | Av. 12 Poniente | 14         | Carlos Sánchez Ruiz              |
| 76              | S/n         | Av. 12 Poniente | 8          | Rogelio Rojas                    |
| 77              | 1016        | Av. 2 Norte     | 11         | José Luis Mateos                 |
| 78              | 209         | Av. 12 Oriente  | 8          | Maria Inés García                |
| 79              | 404         | Av. 12 Oriente  | 5          | Rosa Linda Valdez                |
| 80              | 411         | Av. 12 Oriente  | 6          | Raúl Pérez de Lima               |
| 81              | 406         | Av. 12 Oriente  | 8          | Guillermina Rueda                |
| 82              | 605         | Av. 12 Oriente  | 1          | Fausto Cortes Castillo           |
| 83              | 802         | Av. 6 Norte     | 4          | Cristina Zepeda                  |
| 84              | 104         | Av. 6 Poniente  | 6          | Familia García                   |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO

Fecha de recolección: Miércoles 18 de Octubre (2º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación (Kg) | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|-----------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 4.230      | 4.220           | 0.603                          |
| 2               | 507         | 3          | 0.550      | 0.540           | 0.180                          |
| 3               | 308         | 10         | 4.160      | 4.150           | 0.415                          |
| 4               | 311         | 7          | 2.240      | 2.230           | 0.319                          |
| 5               | 306         | 4          | 2.850      | 2.840           | 0.710                          |
| 6               | 303         | 3          | 0.390      | 0.380           | 0.127                          |
| 7               | 118         | 8          | 7.120      | 7.110           | 0.889                          |
| 8               | 116         | 6          | 4.890      | 4.880           | 0.813                          |
| 9               | 110         | 4          | 6.640      | 6.630           | 1.658                          |
| 10              | 106         | 4          | 8.420      | 8.410           | 2.103                          |
| 11              | 102         | 11         | 3.760      | 3.750           | 0.341                          |
| 12              | 101         | 4          | 0.660      | 0.650           | 0.163                          |
| 13              | 1           | 8          | 6.950      | 6.940           | 0.868                          |
| 14              | 3           | 4          | 2.460      | 2.450           | 0.613                          |
| 15              | 9           | 3          | 6.180      | 6.170           | 2.057                          |
| 16              | 15          | 7          | 5.320      | 5.310           | 0.759                          |
| 17              | 16          | 7          | 1.970      | 1.960           | 0.280                          |
| 18              | 17          | 7          | 8.405      | 8.395           | 1.199                          |
| 19              | 19          | 6          | 12.110     | 12.100          | 2.017                          |
| 20              | 202         | 2          | 1.910      | 1.900           | 0.950                          |
| 21              | 205         | 6          | 5.930      | 5.920           | 0.987                          |
| 22              | 211         | 8          | 9.190      | 9.180           | 1.148                          |
| 23              | 208         | 5          | 4.105      | 4.095           | 0.819                          |
| 24              | 212         | 5          | 0.805      | 0.795           | 0.159                          |
| 25              | 215         | 3          | 4.360      | 4.350           | 1.450                          |
| 26              | 214         | 4          | 1.920      | 1.910           | 0.478                          |
| 27              | 218         | 5          | 2.590      | 2.580           | 0.516                          |
| 28              | 213         | 3          | 2.110      | 2.100           | 0.700                          |
| 29              | 401         | 3          | 2.955      | 2.945           | 0.982                          |
| 30              | 403         | 0          | -          | -               |                                |
| 31              | 407         | 7          | 5.780      | 5.770           | 0.824                          |
| 32              | 409         | 6          | 2.890      | 2.880           | 0.480                          |
| 33              | 412         | 10         | 1.320      | 1.310           | 0.131                          |
| 34              | 805         | 6          | 0.760      | 0.750           | 0.125                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |       |       |       |
|----|-------------|----|-------|-------|-------|
| 35 | 807         | 9  | 1.420 | 1.410 | 0.157 |
| 36 | 810         | 9  | 1.890 | 1.880 | 0.209 |
| 37 | 813         | 9  | 0.610 | 0.600 | 0.067 |
| 38 | 628         | 8  | 4.425 | 4.415 | 0.552 |
| 39 | 1016        | 6  | 1.130 | 1.120 | 0.187 |
| 40 | 1014        | 5  | 3.080 | 3.070 | 0.614 |
| 41 | 1008        | 5  | 0.740 | 0.730 | 0.146 |
| 42 | 1005        | 5  | 1.930 | 1.920 | 0.384 |
| 43 | 1006        | 0  | -     | -     |       |
| 44 | 625         | 0  | -     | -     |       |
| 45 | Callejón1   | 3  | 1.000 | 0.990 | 0.330 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 1.170 | 1.160 | 0.145 |
| 47 | 1002        | 2  | 0.980 | 0.970 | 0.485 |
| 48 | 1001        | 6  | 0.510 | 0.500 | 0.083 |
| 49 | s/n mustang | 4  | 1.220 | 1.210 | 0.303 |
| 50 | 806         | 4  | 7.220 | 7.210 | 1.803 |
| 51 | 404         | 8  | 7.840 | 7.830 | 0.979 |
| 52 | 217         |    |       |       |       |
| 53 | 212         | 8  | 6.990 | 6.980 | 0.873 |
| 54 | 209         | 5  | 1.775 | 1.765 | 0.353 |
| 55 | 10          | 5  | 1.410 | 1.400 | 0.280 |
| 56 | 8           | 2  | 1.750 | 1.740 | 0.870 |
| 57 | 103         | 8  | 4.110 | 4.100 | 0.513 |
| 58 | 108         | 4  | 2.480 | 2.470 | 0.618 |
| 59 | 112         | 7  | 6.630 | 6.620 | 0.946 |
| 60 | 308         | 3  | 2.840 | 2.830 | 0.943 |
| 61 | 309         | 4  | 1.740 | 1.730 | 0.433 |
| 62 | 312         | 3  | 0.980 | 0.970 | 0.323 |
| 63 | 313         | 5  | 0.850 | 0.840 | 0.168 |
| 64 | 503         | 10 | 7.115 | 7.105 | 0.711 |
| 65 | 510         | 5  | 4.660 | 4.650 | 0.930 |
| 66 | 511         | 6  | 7.140 | 7.130 | 1.188 |
| 67 | 513         | 14 | 6.880 | 6.870 | 0.491 |
| 68 | 706         | 9  | 9.270 | 9.260 | 1.029 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |    |        |        |       |
|----|-------|----|--------|--------|-------|
| 69 | 712   | 10 | 10.120 | 10.110 | 1.011 |
| 70 | 716   | 2  | 1.630  | 1.620  | 0.810 |
| 71 | 903-A | 3  | 3.710  | 3.700  | 1.233 |
| 72 | 903-B | 2  | 1.510  | 1.500  | 0.750 |
| 73 | 902   | 11 | 12.530 | 12.520 | 1.138 |
| 74 | 307   | 9  | 8.675  | 8.665  | 0.963 |
| 75 | 301   |    |        |        |       |
| 76 | s/n   | 4  | 1.430  | 1.420  | 0.355 |
| 77 | 1016  | 8  | 5.190  | 5.180  | 0.648 |
| 78 | 209   | 6  | 1.495  | 1.485  | 0.248 |
| 79 | 404   | 5  | 3.910  | 3.900  | 0.780 |
| 80 | 411   | 6  | 4.790  | 4.780  | 0.797 |
| 81 | 406   | 6  | 3.870  | 3.860  | 0.643 |
| 82 | 605   | 8  | 5.750  | 5.740  | 0.718 |
| 83 | 802   | 8  | 5.550  | 5.540  | 0.693 |
| 84 | 104   | 6  | 11.595 | 11.585 | 1.931 |

Recolección Total

318.680

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Dia No. 2

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:30 Hrs 18/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, MEDIO NUBLADO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 318.680 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 71.215 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | LA MUESTRA CONTENIA CANTIDADES CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Día No. 2

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:30 Hrs 18/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, MEDIO NUBLADO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 318.680 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 71.215 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | LA MUESTRA CONTENIA CANTIDADES CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Día No. 2

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:30 Hrs 18/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, MEDIO NUBLADO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 318.680 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 71.215 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | LA MUESTRA CONTENIA CANTIDADES CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

##### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DIA No 2.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 2.170      | 3.0       |               |
| 3  | CUERO                               | 0.990      | 1.4       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 1.160      | 1.6       |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 5.930      | 8.3       |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.470      | 0.7       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.500      | 0.7       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.480      | 0.7       |               |
| 9  | HULE                                | 0.210      | 0.3       |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         |            |           |               |
|    | OTROS METALES                       |            |           |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     |            |           |               |
| 13 | MADERA                              |            |           |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 6.910      | 9.7       |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    | 1.170      | 1.6       |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 | 0.470      | 0.7       |               |
| 17 | PAPEL                               | 14.640     | 20.6      |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 4.620      | 6.5       |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 4.125      | 5.8       |               |
| 20 | PETE                                | 1.090      | 1.5       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 2.170      | 3.0       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.330      | 0.5       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               | 0.210      | 0.3       |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 17.510     | 24.6      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 0.730      | 1.0       |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 0.670      | 0.9       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     |            |           |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 1.630      | 2.3       |               |
| 29 | OTROS                               | 3.030      | 4.3       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 71.215     | 100.0     |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO

Fecha de recolección: Jueves 19 de Octubre (3er. día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 1.5        | 1.49       | 0.213                          |
| 2               | 507         | 3          | 1.8        | 1.79       | 0.597                          |
| 3               | 308         | 10         | 2.25       | 2.24       | 0.224                          |
| 4               | 311         | 7          | 0.9        | 0.89       | 0.127                          |
| 5               | 306         | 4          | 4.45       | 4.44       | 1.110                          |
| 6               | 303         | 2          | 0.3        | 0.29       | 0.145                          |
| 7               | 118         | 8          | 1.15       | 1.14       | 0.143                          |
| 8               | 116         | 6          | 1.65       | 1.64       | 0.273                          |
| 9               | 110         | 4          | 12.7       | 12.69      | 3.173                          |
| 10              | 106         | 4          | 2.5        | 2.49       | 0.623                          |
| 11              | 102         | 11         | 3.5        | 3.49       | 0.317                          |
| 12              | 101         | 4          | 5.45       | 5.44       | 1.360                          |
| 13              | 1           | 4          | 1.9        | 1.89       | 0.473                          |
| 14              | 3           | 4          | 1.35       | 1.34       | 0.335                          |
| 15              | 9           | 9          | 3.85       | 3.84       | 0.427                          |
| 16              | 15          | 4          | 4.35       | 4.34       | 1.085                          |
| 17              | 16          | 6          | 2.05       | 2.04       | 0.340                          |
| 18              | 17          | 7          | 0.55       | 0.54       | 0.077                          |
| 19              | 19          | 5          | 10.2       | 10.19      | 2.038                          |
| 20              | 202         | 8          | 1.3        | 1.29       | 0.161                          |
| 21              | 205         | 6          | 6.125      | 6.115      | 1.019                          |
| 22              | 211         |            |            |            |                                |
| 23              | 208         | 5          | 2.6        | 2.59       | 0.518                          |
| 24              | 212         | 5          | 9.3        | 9.29       | 1.858                          |
| 25              | 215         | 3          | 8.8        | 8.79       | 2.930                          |
| 26              | 214         | 4          | 4.85       | 4.84       | 1.210                          |
| 27              | 218         | 5          | 1.43       | 1.42       | 0.284                          |
| 28              | 213         | 20         | 16.85      | 16.84      | 0.842                          |
| 29              | 401         | 3          | 2.72       | 2.71       | 0.903                          |
| 30              | 403         | 3          | 0.9        | 0.89       | 0.297                          |
| 31              | 407         | 9          | 5.1        | 5.09       | 0.566                          |
| 32              | 409         | 6          | 4.5        | 4.49       | 0.748                          |
| 33              | 412         | 10         | 6.25       | 6.24       | 0.624                          |
| 34              | 805         | 11         | 1.205      | 1.195      | 0.109                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |       |       |       |
|----|-------------|----|-------|-------|-------|
| 35 | 807         | 9  | 2.35  | 2.34  | 0.260 |
| 36 | 810         | 9  | 3.01  | 3     | 0.333 |
| 37 | 813         | 9  | 3.65  | 3.64  | 0.404 |
| 38 | 628         | 9  | 1.95  | 1.94  | 0.216 |
| 39 | 1016        | 6  | 1.65  | 1.64  | 0.273 |
| 40 | 1014        | 5  | 3.86  | 3.85  | 0.770 |
| 41 | 1008        | 5  | 1.5   | 1.49  | 0.298 |
| 42 | 1005        | 5  | 0.82  | 0.81  | 0.162 |
| 43 | 1006        |    |       |       |       |
| 44 | 625         | 12 | 8.915 | 8.905 | 0.742 |
| 45 | Callejón1   | 2  | 2.1   | 2.09  | 1.045 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 2.8   | 2.79  | 0.349 |
| 47 | 1002        | 2  | 2     | 1.99  | 0.995 |
| 48 | 1001        |    |       |       |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 0.93  | 0.92  | 0.230 |
| 50 | 806         | 4  | 2.4   | 2.39  | 0.598 |
| 51 | 404         | 8  | 3.9   | 3.89  | 0.486 |
| 52 | 217         | 5  | 7.2   | 7.19  | 0.000 |
| 53 | 212         | 8  | 3.9   | 3.89  | 0.486 |
| 54 | 209         | 5  | 2.75  | 2.74  | 0.548 |
| 55 | 10          | 4  | 1.65  | 1.64  | 0.410 |
| 56 | 8           | 2  | 0.85  | 0.84  | 0.420 |
| 57 | 103         | 7  | 8.1   | 8.09  | 1.156 |
| 58 | 108         | 4  | 3.34  | 3.33  | 0.833 |
| 59 | 112         | 7  | 7.25  | 7.24  | 1.034 |
| 60 | 308         |    |       |       |       |
| 61 | 309         | 4  | 1     | 0.99  | 0.248 |
| 62 | 312         | 3  | 1.1   | 1.09  | 0.363 |
| 63 | 313         | 5  | 1.2   | 1.19  | 0.238 |
| 64 | 503         | 10 | 6     | 5.99  | 0.599 |
| 65 | 510         | 5  | 6.7   | 6.69  | 1.338 |
| 66 | 511         |    |       |       |       |
| 67 | 513         | 5  | 5.98  | 5.97  | 1.194 |
| 68 | 706         | 14 | 19.9  | 19.89 | 1.421 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |    |       |       |       |
|----|-------|----|-------|-------|-------|
| 69 | 712   | 10 | 3.43  | 3.42  | 0.342 |
| 70 | 716   | 2  | 0.15  | 0.14  | 0.070 |
| 71 | 903-A | 3  | 4.15  | 4.14  | 1.380 |
| 72 | 903-B | 2  | 0.8   | 0.79  | 0.395 |
| 73 | 902   | 12 | 8.1   | 8.09  | 0.674 |
| 74 | 307   | 9  | 2.4   | 2.39  | 0.266 |
| 75 | 301   | 14 | 4.35  | 4.34  | 0.310 |
| 76 | s/n   | 4  | 3.4   | 3.39  | 0.848 |
| 77 | 1016  | 11 | 1.5   | 1.49  | 0.135 |
| 78 | 209   | 9  | 3.505 | 3.495 | 0.388 |
| 79 | 404   | 5  | 9.72  | 9.71  | 1.942 |
| 80 | 411   | 6  | 2.95  | 2.94  | 0.490 |
| 81 | 406   | 6  | 5.65  | 5.64  | 0.940 |
| 82 | 605   | 8  | 5.69  | 5.68  | 0.710 |
| 83 | 802   | 8  | 2.4   | 2.39  | 0.299 |
| 84 | 104   | 6  | 1.62  | 1.61  | 0.268 |

Recolección Total

312.11

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Dia No. 3

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA                 | OBSERVACIONES |
|--|--------------------------------|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC                         |               |
| Estado:  | PUEBLA                         |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 15:20 Hrs 19/10/2000           |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO                  |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES                |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 312.110 Kg.                    |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 80.680 Kg.                     |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO                  |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                                |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes           |               |
| Cargo  | Jefe de Campo                  |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA                        |               |
| <b>Observaciones:</b>  | LA MUESTRA CONTENIA CANTIDADES |               |
|  | CONSIDERABLES DE FINOS Y       |               |
|  | RESIDUOS ALIMENTICIOS          |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Día No. 3

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 15:20 Hrs 19/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES   |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 312.110 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 80.680 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | LA MUESTRA CONTENIA CANTIDADES CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

##### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Día No. 3

| <b>Localidad:</b>   | <b>AMOZOC DE MOTA</b>       | <b>OBSERVACIONES</b> |
|---|-----------------------------|----------------------|
|   |                             |                      |
| <b>Municipio:</b>   | <b>AMOZOC</b>               |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Estado:</b>  | <b>PUEBLA</b>               |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Fecha y hora del Cuarteo:</b>  | <b>15:20 Hrs 19/10/2000</b> |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Procedencia de la muestra:</b>   | <b>ESTRATO MEDIO</b>        |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).</b>           | <b>VIENTOS FUERTES</b>      |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.</b>                                  | <b>312.110 Kg.</b>          |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.</b>                | <b>80.680 Kg.</b>           |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos.</b> | <b>NO SE EFECTUO</b>        |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>   |                             |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Nombre</b>   | <b>Juan Hernández Reyes</b> |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Cargo</b>  | <b>Jefe de Campo</b>        |                      |
|   |                             |                      |
| <b>Dependencia o Institución</b>  | <b>CUHIPSA</b>              |                      |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

##### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DIA No 3.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 3.170      | 3.9       |               |
| 3  | CUERO                               | 0.330      | 0.4       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 18.200     | 22.6      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 0.820      | 1.0       |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 1.910      | 2.4       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   |            |           |               |
| 8  | HUESO                               | 1.500      | 1.9       |               |
| 9  | HULE                                | 0.210      | 0.3       |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.990      | 1.2       |               |
|    | OTROS METALES                       | 0.410      | 0.5       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     | 0.360      | 0.4       |               |
| 13 | MADERA                              |            |           |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 0.510      | 0.6       |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    |            |           |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 11.090     | 13.7      |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 8.080      | 10.0      |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 3.680      | 4.6       |               |
| 20 | PETE                                | 0.960      | 1.2       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 1.940      | 2.4       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.230      | 0.3       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 15.260     | 18.9      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            | 0.0       |               |
|    | ORGANICOS.                          | 5.300      | 6.6       |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 1.700      | 2.1       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     | 0.470      | 0.6       |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 1.340      | 1.7       |               |
| 29 | OTROS                               | 2.220      | 2.8       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 80.680     | 100.0     |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### **RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO**

Fecha de recolección: Viernes 20 de Octubre (4º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 1.75       | 1.74       | 0.249                          |
| 2               | 507         | 3          | 11.75      | 11.74      | 3.913                          |
| 3               | 308         | 10         | 1.85       | 1.84       | 0.184                          |
| 4               | 311         | 7          | 2.1        | 2.09       | 0.299                          |
| 5               | 306         | 4          | 1          | 0.99       | 0.248                          |
| 6               | 303         | 3          | 2.55       | 2.54       | 0.847                          |
| 7               | 118         | 8          | 7.75       | 7.74       | 0.968                          |
| 8               | 116         | 6          | 3.35       | 3.34       | 0.557                          |
| 9               | 110         | 4          | 1.28       | 1.27       | 0.318                          |
| 10              | 106         | 4          | 5          | 4.99       | 1.248                          |
| 11              | 102         | 11         | 1.55       | 1.54       | 0.140                          |
| 12              | 101         | 4          | 2.6        | 2.59       | 0.648                          |
| 13              | 1           | 9          | 2.4        | 2.39       | 0.266                          |
| 14              | 3           | 4          | 1.15       | 1.14       | 0.285                          |
| 15              | 9           | 9          | 7.7        | 7.69       | 0.854                          |
| 16              | 15          | 7          | 11.69      | 11.68      | 1.669                          |
| 17              | 16          | 2          | 1.2        | 1.19       | 0.595                          |
| 18              | 17          | 9          | 2.9        | 2.89       | 0.321                          |
| 19              | 19          | 5          | 11.51      | 11.5       | 2.300                          |
| 20              | 202         | 8          | 1.3        | 1.29       | 0.161                          |
| 21              | 205         | 6          | 2.9        | 2.89       | 0.482                          |
| 22              | 211         | 8          | 6.5        | 6.49       | 0.811                          |
| 23              | 208         | 5          | 0.85       | 0.84       | 0.168                          |
| 24              | 212         | 5          | 1.46       | 1.45       | 0.290                          |
| 25              | 215         | 3          | 1.8        | 1.79       | 0.597                          |
| 26              | 214         | 4          | 3          | 2.99       | 0.748                          |
| 27              | 218         | 5          | 1.3        | 1.29       | 0.258                          |
| 28              | 213         | 20         | 16.2       | 16.19      | 0.810                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |      |      |       |
|----|-------------|----|------|------|-------|
| 29 | 401         | 3  | 1    | 0.99 | 0.330 |
| 30 | 403         |    |      |      |       |
| 31 | 407         | 7  | 1.45 | 1.44 | 0.206 |
| 32 | 409         | 6  | 7.9  | 7.89 | 1.315 |
| 33 | 412         | 7  | 7.74 | 7.73 | 1.104 |
| 34 | 805         | 11 | 7.4  | 7.39 | 0.672 |
| 35 | 807         | 9  | 0.7  | 0.69 | 0.077 |
| 36 | 810         | 9  | 4.6  | 4.59 | 0.510 |
| 37 | 813         | 9  | 0.9  | 0.89 | 0.099 |
| 38 | 628         | 9  | 3.35 | 3.34 | 0.371 |
| 39 | 1016        | 6  | 2.7  | 2.69 | 0.448 |
| 40 | 1014        | 5  | 2.59 | 2.58 | 0.516 |
| 41 | 1008        | 5  | 4    | 3.99 | 0.798 |
| 42 | 1005        | 3  | 1.3  | 1.29 | 0.430 |
| 43 | 1006        |    |      |      |       |
| 44 | 625         | 12 | 1.55 | 1.54 | 0.128 |
| 45 | Callejón1   | 2  | 0.6  | 0.59 | 0.295 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 4    | 3.99 | 0.499 |
| 47 | 1002        | 2  | 0.7  | 0.69 | 0.345 |
| 48 | 1001        |    |      |      |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 0.49 | 0.48 | 0.120 |
| 50 | 806         | 4  | 1.25 | 1.24 | 0.310 |
| 51 | 404         | 8  | 5.7  | 5.69 | 0.711 |
| 52 | 217         | 4  | 1.55 | 1.54 | 0.385 |
| 53 | 212         | 8  | 0.1  | 0.09 | 0.011 |
| 54 | 209         | 6  | 1.2  | 1.19 | 0.198 |
| 55 | 10          | 5  | 2.1  | 2.09 | 0.418 |
| 56 | 8           | 2  | 0.45 | 0.44 | 0.220 |
| 57 | 103         | 8  | 6.2  | 6.19 | 0.774 |
| 58 | 108         | 4  | 1.05 | 1.04 | 0.260 |
| 59 | 112         | 7  | 4.45 | 4.44 | 0.634 |
| 60 | 308         | 3  | 0.8  | 0.79 | 0.263 |
| 61 | 309         | -  | -    |      |       |
| 62 | 312         | -  | -    |      |       |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|                   |       |    |      |        |       |
|-------------------|-------|----|------|--------|-------|
| 63                | 313   | 5  | 2    | 1.99   | 0.398 |
| 64                | 503   | 10 | 14.1 | 14.09  | 1.409 |
| 65                | 510   | 5  | 2.3  | 2.29   | 0.458 |
| 66                | 511   |    |      |        |       |
| 67                | 513   | 14 | 15.2 | 15.19  | 1.085 |
| 68                | 706   | 14 | 8.25 | 8.24   | 0.589 |
| 69                | 712   | 10 | 8.45 | 8.44   | 0.844 |
| 70                | 716   | 2  | 5.2  | 5.19   | 2.595 |
| 71                | 903-A | 3  | 1.2  | 1.19   | 0.397 |
| 72                | 903-B | 2  | 0.95 | 0.94   | 0.470 |
| 73                | 902   | 11 | 5.3  | 5.29   | 0.481 |
| 74                | 307   | 9  | 4.6  | 4.59   | 0.510 |
| 75                | 301   | 14 | 3.9  | 3.89   | 0.278 |
| 76                | s/n   | 9  | 4.32 | 4.31   | 0.479 |
| 77                | 1016  | 11 | 7.3  | 7.29   | 0.663 |
| 78                | 209   | 8  | 2.4  | 2.39   | 0.299 |
| 79                | 404   | 6  | 0.88 | 0.87   | 0.145 |
| 80                | 411   | 6  | 9.5  | 9.49   | 1.582 |
| 81                | 406   | 8  | 1.55 | 1.54   | 0.193 |
| 82                | 605   | 8  | 2.45 | 2.44   | 0.305 |
| 83                | 802   | 5  | 2.3  | 2.29   | 0.458 |
| 84                | 104   |    |      |        |       |
| Recolección Total |       |    |      | 295.59 |       |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 4

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA            | OBSERVACIONES |
|--|---------------------------|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC                    |               |
| Estado:  | PUEBLA                    |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 13:00 Hrs 20/10/2000      |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO             |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES           |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 295.059 Kg.               |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 52.350 Kg.                |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO             |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                           |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes      |               |
| Cargo  | Jefe de Campo             |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA                   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | MUESTRA CONTENIA CANTIDAD |               |
|  | CONSIDERABLES DE FINOS Y  |               |
|  | RESIDUOS ALIMENTICIOS     |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Día No. 4

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA       | OBSERVACIONES |
|--|----------------------|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC               |               |
| Estado:  | PUEBLA               |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 13:00 Hrs 20/10/2000 |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO        |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES      |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo.                                  | 295.059 Kg.          |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 52.350 Kg.           |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO        |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                      |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes |               |
| Cargo  | Jefe de Campo        |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA              |               |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DÍA No 4.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 2.390      | 4.6       |               |
| 3  | CUERO                               | 0.290      | 0.6       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 11.220     | 21.4      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 0.180      | 0.3       |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.700      | 1.3       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.340      | 0.6       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.170      | 0.3       |               |
| 9  | HULE                                | 0.360      | 0.7       |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            | 0.0       |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.240      | 0.5       |               |
|    | OTROS METALES                       | 0.900      | 1.7       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     |            |           |               |
| 13 | MADERA                              | 0.210      | 0.4       |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 1.990      | 3.8       |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    |            |           |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 2.220      | 4.2       |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 4.670      | 8.9       |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 5.080      | 9.7       |               |
| 20 | PETE                                | 1.560      | 3.0       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 1.310      | 2.5       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.320      | 0.6       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 8.470      | 16.2      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 6.670      | 12.7      |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 0.290      | 0.6       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     |            |           |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 0.570      | 1.1       |               |
| 29 | OTROS                               | 2.200      | 4.2       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    |                                     |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 52.350     | 100       |               |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO

Fecha de recolección: Sábado 21 de Octubre (5º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 3.15       | 3.14       | 0.449                          |
| 2               | 507         | 3          | 3.02       | 3.01       | 1.003                          |
| 3               | 308         | 10         | 2.85       | 2.84       | 0.284                          |
| 4               | 311         | 7          | 2.35       | 2.34       | 0.334                          |
| 5               | 306         | 4          | 1.85       | 1.84       | 0.460                          |
| 6               | 303         | 4          | 2.68       | 2.67       | 0.668                          |
| 7               | 118         | -          | -          |            |                                |
| 8               | 116         | 0          | 0          |            |                                |
| 9               | 110         | 4          | 4.27       | 4.26       | 1.065                          |
| 10              | 106         | 4          | 1.7        | 1.69       | 0.423                          |
| 11              | 102         | 11         | 4.35       | 4.34       | 0.395                          |
| 12              | 101         | 4          | 2.1        | 2.09       | 0.523                          |
| 13              | 1           | 9          | 3.6        | 3.59       | 0.399                          |
| 14              | 3           | 4          | 3.15       | 3.14       | 0.785                          |
| 15              | 9           | 4          | 4.005      | 3.995      | 0.999                          |
| 16              | 15          | 7          | 3.24       | 3.23       | 0.461                          |
| 17              | 16          | 4          | 0.4        | 0.39       | 0.098                          |
| 18              | 17          | 7          | 5.75       | 5.74       | 0.820                          |
| 19              | 19          | 5          | 8.01       | 8          | 1.600                          |
| 20              | 202         | 8          | 2.1        | 2.09       | 0.261                          |
| 21              | 205         | 4          | 2.55       | 2.54       | 0.635                          |
| 22              | 211         | 8          | 6.44       | 6.43       | 0.804                          |
| 23              | 208         | 5          | 2.75       | 2.74       | 0.548                          |
| 24              | 212         | 5          | 1.85       | 1.84       | 0.368                          |
| 25              | 215         | 3          | 0.7        | 0.69       | 0.230                          |
| 26              | 214         | 4          | 2.15       | 2.14       | 0.535                          |
| 27              | 218         | 5          | 1.74       | 1.73       | 0.346                          |
| 28              | 213         | 20         | 12.7       | 12.69      | 0.635                          |
| 29              | 401         | 3          | 1.4        | 1.39       | 0.463                          |
| 30              | 403         |            |            |            |                                |
| 31              | 407         | 7          | 4.7        | 4.69       | 0.670                          |
| 32              | 409         | 6          | 4.63       | 4.62       | 0.770                          |
| 33              | 412         | 10         | 9.2        | 9.19       | 0.919                          |
| 34              | 805         | 11         | 0.78       | 0.77       | 0.070                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |      |       |       |
|----|-------------|----|------|-------|-------|
| 35 | 807         | 9  | 2.1  | 2.09  | 0.232 |
| 36 | 810         | 9  | 2.72 | 2.71  | 0.301 |
| 37 | 813         | 9  | 1    | 0.99  | 0.110 |
| 38 | 628         | 9  | 5.04 | 5.03  | 0.559 |
| 39 | 1016        | 6  | 1.72 | 1.71  | 0.285 |
| 40 | 1014        | 5  | 3.42 | 3.41  | 0.682 |
| 41 | 1008        | 5  | 2.25 | 2.24  | 0.448 |
| 42 | 1005        | 3  | 1.5  | 1.49  | 0.497 |
| 43 | 1006        | 4  | 1.11 | 1.1   | 0.275 |
| 44 | 625         |    |      |       |       |
| 45 | Callejón1   | 2  | 0.3  | 0.29  | 0.145 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 0.75 | 0.74  | 0.093 |
| 47 | 1002        | 2  | 2.04 | 2.03  | 1.015 |
| 48 | 1001        |    |      |       |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 0.38 | 0.37  | 0.093 |
| 50 | 806         | 4  | 1.5  | 1.49  | 0.373 |
| 51 | 404         | 8  | 2.25 | 2.24  | 0.280 |
| 52 | 217         | 4  | 1    | 0.99  | 0.248 |
| 53 | 212         | 8  | 7.3  | 7.29  | 0.911 |
| 54 | 209         | 6  | 2.9  | 2.89  | 0.482 |
| 55 | 10          | 5  | 1.25 | 1.24  | 0.248 |
| 56 | 8           | 2  | 1.1  | 1.09  | 0.545 |
| 57 | 103         | 0  |      |       |       |
| 58 | 108         | 4  | 6.03 | 6.02  | 1.505 |
| 59 | 112         | 7  | 1.85 | 1.84  | 0.263 |
| 60 | 308         | 3  | 0.56 | 0.55  | 0.183 |
| 61 | 309         | 4  | 0.43 | 0.42  | 0.105 |
| 62 | 312         | 0  |      |       |       |
| 63 | 313         | 5  | 3.48 | 3.47  | 0.694 |
| 64 | 503         | 9  | 15.8 | 15.79 | 1.754 |
| 65 | 510         | 5  | 6.45 | 6.44  | 1.288 |
| 66 | 511         |    |      |       |       |
| 67 | 513         | 14 | 4.65 | 4.64  | 0.331 |
| 68 | 706         | 9  | 3.15 | 3.14  | 0.349 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|                   |       |    |      |         |       |
|-------------------|-------|----|------|---------|-------|
| 69                | 712   |    |      |         |       |
| 70                | 716   | 2  | 4.4  | 4.39    | 2.195 |
| 71                | 903-A | 3  | 0.63 | 0.62    | 0.207 |
| 72                | 903-B | 2  | 1.13 | 1.12    | 0.560 |
| 73                | 902   | 12 | 4.65 | 4.64    | 0.387 |
| 74                | 307   | 9  | 2.15 | 2.14    | 0.238 |
| 75                | 301   | 14 | 11   | 10.99   | 0.785 |
| 76                | s/n   | 8  | 3.15 | 3.14    | 0.393 |
| 77                | 1016  | 11 | 4.72 | 4.71    | 0.428 |
| 78                | 209   | 5  | 2.55 | 2.54    | 0.508 |
| 79                | 404   | 6  | 5    | 4.99    | 0.832 |
| 80                | 411   | 6  | 3.95 | 3.94    | 0.657 |
| 81                | 406   | 8  | 1.25 | 1.24    | 0.155 |
| 82                | 605   | 8  | 5.25 | 5.24    | 0.655 |
| 83                | 802   | 9  | 6.15 | 6.14    | 0.682 |
| 84                | 104   |    |      |         |       |
| Recolección Total |       |    |      | 249.435 |       |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 5

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA   | OBSERVACIONES |
|--|--|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC   |               |
| Estado:  | PUEBLA   |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 13:00 Hrs 21/10/2000   |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO  |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo:                                  | 249.435 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 55.610 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO  |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |  |               |
| Nombre   | Ing. Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo  |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA  |               |
| <b>Observaciones:</b>  | MUESTRA CONTENIA CANTIDAD CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 5

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA               | OBSERVACIONES |
|--|------------------------------|---------------|
| Municipio:   | <b>AMOZOC</b>                |               |
| Estado:  | PUEBLA                       |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 13:50 Hrs 21/10/2000         |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO                |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES              |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 249.435 Kg.                  |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 55.610 Kg.                   |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO                |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                              |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes         |               |
| Cargo  | Jefe de Campo                |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA                      |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE |               |
|  | CONSIDERABLES DE FINOS Y     |               |
|  | RESIDUOS ALIMENTICIOS        |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-19-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DEL PESO

Dia No. 5

| Localidad   | AMAZOC DE MOTA        |                   |
|---|-----------------------|-------------------|
| Municipio   | AMAZOC                |                   |
| Estado  | PUEBLA                |                   |
| Fecha y hora de la determinación                                | 13.15 Hrs 21/10/2000  |                   |
| Estrato Socioeconómico muestreado                               | MEDIO                 |                   |
| Condiciones climatologicas imperantes durante la determinacion. | VIENTOS FUERTES       |                   |
| Capacidad del recipiente m <sup>3</sup>                         | 0.2827 m <sup>3</sup> |                   |
| Tara del recipiente Kg.   | 19 Kg                 |                   |
| Capacidad del recipiente, Tomada para la determinación          | 0.2827 m <sup>3</sup> |                   |
| Peso Bruto<br>( peso del recipiente con residuos sólidos )      | 63.00 Kg              |                   |
| Peso neto de los residuos sólidos<br>( peso bruto-tara)         | 44.00 Kg              |                   |
| Peso Volumétrico " In Situ ",<br>de los residuos sólidos        | 155.642               | Kg/m <sup>3</sup> |
| <b>Responsable de la determinación:</b>                         |                       |                   |
| Nombre  | Juan Hernández Reyes  |                   |
| Cargo   | Jefe de Campo         |                   |
| Dependencia o Institución                                       | Grupo CUHIPSA         |                   |
|   |                       |                   |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DIA No 5.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 0.630      | 1.1       |               |
| 3  | CUERO                               | 0.370      | 0.7       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 16.720     | 30.1      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 0.250      | 0.4       |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 1.140      | 2.0       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.620      | 1.1       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.220      | 0.4       |               |
| 9  | HULE                                | 2.190      | 3.9       |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.190      | 0.3       |               |
|    | OTROS METALES                       | 0.950      | 1.7       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     |            |           |               |
| 13 | MADERA                              |            |           |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 2.000      | 3.6       |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    |            |           |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 2.480      | 4.5       |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 2.290      | 4.1       |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 2.820      | 5.1       |               |
| 20 | PETE                                | 0.730      | 1.3       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 0.540      | 1.0       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.290      | 0.5       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 14.350     | 25.8      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 2.290      | 4.1       |               |
|    | INORGANICOS.                        | 0.000      | 0.0       |               |
| 26 | TRAPO                               | 1.220      | 2.2       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     |            |           |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 0.800      | 1.4       |               |
| 29 | OTROS                               | 2.520      | 4.5       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    |                                     |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 55.610     | 100.0     |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### *RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO*

Fecha de recolección: Domingo 22 de Octubre (6º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 2.62       | 2.61       | 0.373                          |
| 2               | 507         |            |            |            |                                |
| 3               | 308         | 11         | 0.73       | 0.72       | 0.065                          |
| 4               | 311         | 7          | 3.35       | 3.34       | 0.477                          |
| 5               | 306         | 4          | 0.52       | 0.51       | 0.128                          |
| 6               | 303         | 3          | 1.49       | 1.48       | 0.493                          |
| 7               | 118         | 8          | 6.33       | 6.32       | 0.790                          |
| 8               | 116         | 6          | 2.94       | 2.93       | 0.488                          |
| 9               | 110         | 4          | 3.11       | 3.1        | 0.775                          |
| 10              | 106         | 4          | 3.6        | 3.59       | 0.898                          |
| 11              | 102         | 11         | 4          | 3.99       | 0.363                          |
| 12              | 101         | 4          | 2.15       | 2.14       | 0.535                          |
| 13              | 1           | 9          | 2.25       | 2.24       | 0.249                          |
| 14              | 3           | 4          | 1.62       | 1.61       | 0.403                          |
| 15              | 9           | 3          | 6.4        | 6.39       | 2.130                          |
| 16              | 15          | 7          | 6.44       | 6.43       | 0.919                          |
| 17              | 16          | 6          | 1.96       | 1.95       | 0.325                          |
| 18              | 17          | 7          | 6.74       | 6.73       | 0.961                          |
| 19              | 19          | 5          | 6.37       | 6.36       | 1.272                          |
| 20              | 202         | 2          | 2.2        | 2.19       | 1.095                          |
| 21              | 205         | 5          | 0.65       | 0.64       | 0.128                          |
| 22              | 211         | 8          | 7.1        | 7.09       | 0.886                          |
| 23              | 208         | 5          | 2.52       | 2.51       | 0.502                          |
| 24              | 212         | 5          | 1.14       | 1.13       | 0.226                          |
| 25              | 215         | 3          | 1.07       | 1.06       | 0.353                          |
| 26              | 214         | 4          | 0.83       | 0.82       | 0.205                          |
| 27              | 218         | 5          | 3.25       | 3.24       | 0.648                          |
| 28              | 213         | 20         | 11.5       | 11.49      | 0.575                          |
| 29              | 401         | 3          | 6.7        | 6.69       | 2.230                          |
| 30              | 403         | 3          | 0.19       | 0.18       | 0.060                          |
| 31              | 407         | 7          | 2.4        | 2.39       | 0.341                          |
| 32              | 409         | 4          | 5.74       | 5.73       | 1.433                          |
| 33              | 412         | 7          | 2.55       | 2.54       | 0.363                          |
| 34              | 805         | 11         | 8.25       | 8.24       | 0.749                          |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |       |       |       |
|----|-------------|----|-------|-------|-------|
| 35 | 807         | 9  | 2     | 1.99  | 0.221 |
| 36 | 810         | 9  | 1.6   | 1.59  | 0.177 |
| 37 | 813         | 9  | 2.5   | 2.49  | 0.277 |
| 38 | 628         | 9  | 2.52  | 2.51  | 0.279 |
| 39 | 1016        | 6  | 1.38  | 1.37  | 0.228 |
| 40 | 1014        | 5  | 1.45  | 1.44  | 0.288 |
| 41 | 1008        | 10 | 4.45  | 4.44  | 0.444 |
| 42 | 1005        | 3  | 1     | 0.99  | 0.330 |
| 43 | 1006        | 4  | 0.35  | 0.34  | 0.085 |
| 44 | 625         |    |       |       |       |
| 45 | Callejón1   | 3  | 2.19  | 2.18  | 0.727 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 5.03  | 5.02  | 0.628 |
| 47 | 1002        | 2  | 0.18  | 0.17  | 0.085 |
| 48 | 1001        |    |       |       |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 1.13  | 1.12  | 0.280 |
| 50 | 806         | 4  | 1.53  | 1.52  | 0.380 |
| 51 | 404         | 8  | 1.95  | 1.94  | 0.243 |
| 52 | 217         | 4  | 1     | 0.99  | 0.248 |
| 53 | 212         | 8  | 6.47  | 6.46  | 0.808 |
| 54 | 209         | 6  | 1.83  | 1.82  | 0.303 |
| 55 | 10          |    |       |       |       |
| 56 | 8           |    |       |       |       |
| 57 | 103         | 8  | 1.86  | 1.85  | 0.231 |
| 58 | 108         | 6  | 3.35  | 3.34  | 0.557 |
| 59 | 112         | 7  | 0.56  | 0.55  | 0.079 |
| 60 | 308         | 6  | 1.12  | 1.11  | 0.185 |
| 61 | 309         |    |       |       |       |
| 62 | 312         | 3  | 0.66  | 0.65  | 0.217 |
| 63 | 313         | 5  | 5.48  | 5.47  | 1.094 |
| 64 | 503         | 10 | 4.93  | 4.92  | 0.492 |
| 65 | 510         | 5  | 10.52 | 10.51 | 2.102 |
| 66 | 511         |    |       |       |       |
| 67 | 513         | 14 | 3.76  | 3.75  | 0.268 |
| 68 | 706         |    |       |       |       |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |    |       |      |       |
|----|-------|----|-------|------|-------|
| 69 | 712   | 10 | 4.87  | 4.86 | 0.486 |
| 70 | 716   |    |       |      |       |
| 71 | 903-A | 3  | 1.05  | 1.04 | 0.347 |
| 72 | 903-B | 5  | 0.36  | 0.35 | 0.070 |
| 73 | 902   | 11 | 3.25  | 3.24 | 0.295 |
| 74 | 307   | 9  | 0.93  | 0.92 | 0.102 |
| 75 | 301   | 14 | 2     | 1.99 | 0.142 |
| 76 | s/n   | 9  | 2.75  | 2.74 | 0.304 |
| 77 | 1016  | 11 | 3.05  | 3.04 | 0.276 |
| 78 | 209   | 4  | 2.72  | 2.71 | 0.678 |
| 79 | 404   |    |       |      |       |
| 80 | 411   | 6  | 4.32  | 4.31 | 0.718 |
| 81 | 406   | 6  | 5.93  | 5.92 | 0.987 |
| 82 | 605   | 4  | 17.01 | 17   | 4.250 |
| 83 | 802   | 9  | 7.2   | 7.18 | 0.798 |
| 84 | 104   | 9  | 9.84  | 9.82 | 1.091 |

Recolección Total

254.03

**IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

NOM-AA-15-1985

**CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS**

Dia No. 6

| <b>Localidad:</b>   | <b>AMAZOC DE MOTA</b>               | <b>OBSERVACIONES</b> |
|---|-------------------------------------|----------------------|
|   |                                     |                      |
| <b>Municipio:</b>   | <b>AMAZOC</b>                       |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Estado:</b>  | <b>PUEBLA</b>                       |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Fecha y hora del Cuarteo:</b>  | <b>15:40 Hrs 22/10/2000</b>         |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Procedencia de la muestra:</b>   | <b>ESTRATO MEDIO</b>                |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).</b>           | <b>VIENTOS FUERTES</b>              |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo</b>                                   | <b>254.030 Kg.</b>                  |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.</b>                | <b>53.090 Kg.</b>                   |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos.</b> | <b>NO SE EFECTUO</b>                |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>   |                                     |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Nombre</b>   | <b>Juan Hernández Reyes</b>         |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Cargo</b>  | <b>Jefe de Campo</b>                |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Dependencia o Institución</b>  | <b>CUHIPSA</b>                      |                      |
|   |                                     |                      |
| <b>Observaciones:</b>   | <b>A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE</b> |                      |
|   | <b>CONSIDERABLES DE FINOS Y</b>     |                      |
|   | <b>RESIDUOS ALIMENTICIOS</b>        |                      |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 6

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA               | OBSERVACIONES |
|--|------------------------------|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC                       |               |
| Estado:  | PUEBLA                       |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 15:40 Hrs 22/10/2000         |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO                |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES              |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 254.030 Kg.                  |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 53.090 Kg.                   |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO                |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                              |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes         |               |
| Cargo  | Jefe de Campo                |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA                      |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE |               |
|  | CONSIDERABLES DE FINOS Y     |               |
|  | RESIDUOS ALIMENTICIOS        |               |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 6

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 15:40 Hrs 22/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES   |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 254.030 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 53.090 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE<br>CONSIDERABLES DE FINOS Y<br>RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

##### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

**DIA No 6.**

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 2.950      | 5.6       |               |
| 3  | CUERO                               | 1.570      | 3.0       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 16.130     | 30.4      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           |            |           |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.240      | 0.5       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.570      | 1.1       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.090      | 0.2       |               |
| 9  | HULE                                | 0.200      | 0.4       |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.230      | 0.4       |               |
|    | OTROS METALES                       | 0.720      | 1.4       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     | 0.280      | 0.5       |               |
| 13 | MADERA                              |            |           |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            | 2.940      | 5.5       |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    |            |           |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 3.170      | 6.0       |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 2.370      | 4.5       |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 2.550      | 4.8       |               |
| 20 | PETE                                | 0.970      | 1.8       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 0.870      | 1.6       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.170      | 0.3       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 11.600     | 21.8      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 1.090      | 2.1       |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 0.990      | 1.9       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     |            |           |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 0.950      | 1.8       |               |
| 29 | OTROS                               | 2.440      | 4.6       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 53.090     | 100       |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### *RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO*

Fecha de recolección: Lunes 23 de Octubre (7º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 8.82       | 8.81       | 1.259                          |
| 2               | 507         | 3          | 0.22       | 0.21       | 0.070                          |
| 3               | 308         | 11         | 1.91       | 1.9        | 0.173                          |
| 4               | 311         | 7          | 5.08       | 5.07       | 0.724                          |
| 5               | 306         | 4          | 1.44       | 1.43       | 0.358                          |
| 6               | 303         | 3          | 4.27       | 4.26       | 1.420                          |
| 7               | 118         | 8          | 2.945      | 2.935      | 0.367                          |
| 8               | 116         | 6          | 1.26       | 1.25       | 0.208                          |
| 9               | 110         | 4          | 4.85       | 4.84       | 1.210                          |
| 10              | 106         | 4          | 1.86       | 1.85       | 0.463                          |
| 11              | 102         | 11         | 3.75       | 3.74       | 0.340                          |
| 12              | 101         | 4          | 2.33       | 2.32       | 0.580                          |
| 13              | 1           | 5          | 2.49       | 2.48       | 0.496                          |
| 14              | 3           | 4          | 1.78       | 1.77       | 0.443                          |
| 15              | 9           | 6          | 4.37       | 4.36       | 0.727                          |
| 16              | 15          | 7          | 3.69       | 3.68       | 0.526                          |
| 17              | 16          | 6          | 3.76       | 3.75       | 0.625                          |
| 18              | 17          | 7          | 3.94       | 3.93       | 0.561                          |
| 19              | 19          | 5          | 5.1        | 5.09       | 1.018                          |
| 20              | 202         | 2          | 1.07       | 1.06       | 0.530                          |
| 21              | 205         | 6          | 2.86       | 2.85       | 0.475                          |
| 22              | 211         | 8          | 5.92       | 5.91       | 0.739                          |
| 23              | 208         | 5          | 1.93       | 1.92       | 0.384                          |
| 24              | 212         | 5          | 2.34       | 2.33       | 0.466                          |
| 25              | 215         | 3          | 1.07       | 1.06       | 0.353                          |
| 26              | 214         | 4          | 2.5        | 2.49       | 0.623                          |
| 27              | 218         | 5          | 1.38       | 1.37       | 0.274                          |
| 28              | 213         | 20         | 14.77      | 14.75      | 0.738                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |      |      |       |
|----|-------------|----|------|------|-------|
| 29 | 401         | 3  | 2.26 | 2.25 | 0.750 |
| 30 | 403         | 3  | 1.72 | 1.71 | 0.570 |
| 31 | 407         | 7  | 2.16 | 2.15 | 0.307 |
| 32 | 409         | 6  | 3.57 | 3.56 | 0.593 |
| 33 | 412         | 7  | 4.65 | 4.64 | 0.663 |
| 34 | 805         | 11 | 1.6  | 1.59 | 0.145 |
| 35 | 807         | 9  | 1.19 | 1.18 | 0.131 |
| 36 | 810         | 9  | 2.58 | 2.57 | 0.286 |
| 37 | 813         | 9  | 1.01 | 1    | 0.111 |
| 38 | 628         | 9  | 3.36 | 3.35 | 0.372 |
| 39 | 1016        | 6  | 3.33 | 3.32 | 0.553 |
| 40 | 1014        | 5  | 3.42 | 3.41 | 0.682 |
| 41 | 1008        | 0  |      |      |       |
| 42 | 1005        | 3  | 1.25 | 1.24 | 0.413 |
| 43 | 1006        | 3  | 0.43 | 0.42 | 0.140 |
| 44 | 625         |    |      |      |       |
| 45 | Callejón1   | 3  | 1.73 | 1.72 | 0.573 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 3.52 | 3.51 | 0.439 |
| 47 | 1002        | 2  | 1.95 | 1.94 | 0.970 |
| 48 | 1001        |    |      |      |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 0.61 | 0.6  | 0.150 |
| 50 | 806         | 6  | 2.15 | 2.14 | 0.357 |
| 51 | 404         | 8  | 6.25 | 6.24 | 0.780 |
| 52 | 217         | 4  | 1.65 | 1.64 | 0.410 |
| 53 | 212         | 8  | 1.66 | 1.65 | 0.206 |
| 54 | 209         | 6  | 1.48 | 1.47 | 0.245 |
| 55 | 10          | 4  | 1.15 | 1.14 | 0.285 |
| 56 | 8           | 2  | 2.56 | 2.55 | 1.275 |
| 57 | 103         | 8  | 3.7  | 3.69 | 0.461 |
| 58 | 108         | 8  | 3.28 | 3.27 | 0.409 |
| 59 | 112         | 5  | 3.11 | 3.1  | 0.620 |
| 60 | 308         |    |      |      |       |
| 61 | 309         |    |      |      |       |
| 62 | 312         |    |      |      |       |
| 63 | 313         | 5  | 1.69 | 1.68 | 0.336 |
| 64 | 503         | 10 | 5.84 | 5.83 | 0.583 |
| 65 | 510         | 5  | 5.63 | 5.62 | 1.124 |
| 66 | 511         |    |      |      |       |
| 67 | 513         | 14 | 8.93 | 8.92 | 0.637 |
| 68 | 706         | 14 | 3.32 | 3.31 | 0.236 |



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |    |      |      |       |
|----|-------|----|------|------|-------|
| 69 | 712   | 10 | 2.67 | 2.66 | 0.266 |
| 70 | 716   | 2  | 1.89 | 1.88 | 0.940 |
| 71 | 903-A |    |      |      |       |
| 72 | 903-B | 5  | 0.9  | 0.89 | 0.178 |
| 73 | 902   | 11 | 2.4  | 2.39 | 0.217 |
| 74 | 307   | 9  | 2.72 | 2.71 | 0.301 |
| 75 | 301   | 14 | 1.4  | 1.39 | 0.099 |
| 76 | s/n   | 8  | 1.97 | 1.96 | 0.245 |
| 77 | 1016  | 11 | 4.65 | 4.64 | 0.422 |
| 78 | 209   | 8  | 1.79 | 1.78 | 0.223 |
| 79 | 404   | 6  | 2.44 | 2.43 | 0.405 |
| 80 | 411   | 6  | 4.81 | 4.8  | 0.800 |
| 81 | 406   | 8  | 2.16 | 2.15 | 0.269 |
| 82 | 605   | 8  | 2.19 | 2.18 | 0.273 |
| 83 | 802   | 8  | 4.6  | 4.59 | 0.574 |
| 84 | 104   | 6  | 3.2  | 3.19 | 0.532 |

Recolección Total

229.465

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 7

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:00 Hrs 23/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, CLIMA CALIDO HUMEDO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 229.465 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 54.825 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:00 Hrs 23/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, CLIMA CALIDO HUMEDO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 229.465 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 54.825 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 7

| Localidad:   | AMAZOC DE MOTA  | OBSERVACIONES |
|--|---|---------------|
| Municipio:   | AMAZOC  |               |
| Estado:  | PUEBLA  |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 14:00 Hrs 23/10/2000  |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO   |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).           | VIENTOS FUERTES, CLIMA CALIDO HUMEDO  |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo                                   | 229.465 Kg.   |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                | 54.825 Kg.  |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos. | NO SE EFECTUO   |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |   |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes  |               |
| Cargo  | Jefe de Campo   |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA   |               |
| <b>Observaciones:</b>  | A MUESTRA CONTENIA CANTIDADE CONSIDERABLES DE FINOS Y RESIDUOS ALIMENTICIOS |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

##### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DÍA No 7.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTON                              | 0.990      | 1.8       |               |
| 3  | CUERO                               |            |           |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 5.880      | 10.7      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           | 0.260      | 0.5       |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.800      | 1.5       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.940      | 1.7       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.510      | 0.9       |               |
| 9  | HULE                                |            |           |               |
| 10 | VINIL                               |            |           |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.160      | 0.3       |               |
|    | OTROS METALES                       | 1.000      | 1.8       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     |            |           |               |
| 13 | MADERA                              | 0.340      | 0.6       |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            |            |           |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    |            |           |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 3.950      | 7.2       |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 6.370      | 11.6      |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 3.030      | 5.5       |               |
| 20 | PETE                                | 1.150      | 2.1       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 0.695      | 1.3       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.380      | 0.7       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 20.900     | 38.1      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 1.200      | 2.2       |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 0.820      | 1.5       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     |            |           |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 1.210      | 2.2       |               |
| 29 | OTROS                               | 4.000      | 7.3       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
| 31 | PARAFINA                            | 0.240      | 0.4       |               |
|    | TOTAL                               | 54.825     | 100       |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

##### **RUTA PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS, ESTRATO MEDIO**

Fecha de recolección: Martes 24 de Octubre (8º día)

| No. Consecutivo | No. Oficial | Habitantes | Kilogramos | Generación | Generación Percapita ( Kg/hab) |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1               | 509         | 7          | 2.36       | 2.35       | 0.336                          |
| 2               | 507         | 3          | 0.52       | 0.51       | 0.170                          |
| 3               | 308         | 11         | 1.63       | 1.62       | 0.147                          |
| 4               | 311         | 7          | 2.89       | 2.88       | 0.411                          |
| 5               | 306         | 4          | 1.24       | 1.23       | 0.308                          |
| 6               | 303         | 3          | 2.43       | 2.42       | 0.807                          |
| 7               | 118         |            |            |            |                                |
| 8               | 116         |            |            |            |                                |
| 9               | 110         | 4          | 8.82       | 8.81       | 2.203                          |
| 10              | 106         | 4          | 2.72       | 2.71       | 0.678                          |
| 11              | 102         | 11         | 1.78       | 1.77       | 0.161                          |
| 12              | 101         | 4          | 2.96       | 2.95       | 0.738                          |
| 13              | 1           | 5          | 1.58       | 1.57       | 0.314                          |
| 14              | 3           | 4          | 2.16       | 2.15       | 0.538                          |
| 15              | 9           | 6          | 4.37       | 4.36       | 0.727                          |
| 16              | 15          | 7          | 5.68       | 5.67       | 0.810                          |
| 17              | 16          | 6          | 3.29       | 3.28       | 0.547                          |
| 18              | 17          | 7          | 2.66       | 2.65       | 0.379                          |
| 19              | 19          | 6          | 2.34       | 2.33       | 0.388                          |
| 20              | 202         | 2          | 5.12       | 5.11       | 2.555                          |
| 21              | 205         | 6          | 1.48       | 1.47       | 0.245                          |
| 22              | 211         | 8          | 8.38       | 8.37       | 1.046                          |
| 23              | 208         | 5          | 0.61       | 0.6        | 0.120                          |
| 24              | 212         | 5          | 1.07       | 1.06       | 0.212                          |
| 25              | 215         | 6          | 2.68       | 2.67       | 0.445                          |
| 26              | 214         | 4          | 3.33       | 3.32       | 0.830                          |
| 27              | 218         | 5          | 1.05       | 1.04       | 0.208                          |
| 28              | 213         | 20         | 1.77       | 1.76       | 0.088                          |
| 29              | 401         | 3          | 1.76       | 1.75       | 0.583                          |
| 30              | 403         | 3          | 0.18       | 0.17       | 0.057                          |
| 31              | 407         | 7          | 2.51       | 2.5        | 0.357                          |
| 32              | 409         |            |            |            |                                |
| 33              | 412         | 9          | 6.13       | 6.12       | 0.680                          |
| 34              | 805         | 11         | 5.97       | 5.96       | 0.542                          |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |             |    |      |      |       |
|----|-------------|----|------|------|-------|
| 35 | 807         | 9  | 1.66 | 1.65 | 0.183 |
| 36 | 810         | 9  | 3.29 | 3.28 | 0.364 |
| 37 | 813         | 9  | 2.4  | 2.39 | 0.266 |
| 38 | 628         | 9  | 2.72 | 2.71 | 0.301 |
| 39 | 1016        | 6  | 5.94 | 5.93 | 0.988 |
| 40 | 1014        | 5  | 1.36 | 1.35 | 0.270 |
| 41 | 1008        | 10 | 4.22 | 4.21 | 0.421 |
| 42 | 1005        | 4  | 0.62 | 0.61 | 0.153 |
| 43 | 1006        | 3  | 1    | 0.99 | 0.330 |
| 44 | 625         |    |      |      |       |
| 45 | Callejón1   | 3  | 1    | 0.99 | 0.330 |
| 46 | Callejón2   | 8  | 0.81 | 0.8  | 0.100 |
| 47 | 1002        | 2  | 0.97 | 0.96 | 0.480 |
| 48 | 1001        |    |      |      |       |
| 49 | s/n mustang | 4  | 1.23 | 1.22 | 0.305 |
| 50 | 806         | 6  | 0.95 | 0.94 | 0.157 |
| 51 | 404         | 8  | 1.11 | 1.1  | 0.138 |
| 52 | 217         | 5  | 2.61 | 2.6  | 0.520 |
| 53 | 212         | 8  | 3.72 | 3.71 | 0.464 |
| 54 | 209         | 6  | 3.24 | 3.23 | 0.538 |
| 55 | 10          | 10 | 1.64 | 1.63 | 0.163 |
| 56 | 8           | 2  | 1.43 | 1.42 | 0.710 |
| 57 | 103         | 7  | 2.53 | 2.52 | 0.360 |
| 58 | 108         |    |      |      |       |
| 59 | 112         | 7  | 0.98 | 0.97 | 0.139 |
| 60 | 308         | 3  | 0.99 | 0.98 | 0.327 |
| 61 | 309         | 4  | 1.26 | 1.25 | 0.313 |
| 62 | 312         |    |      |      |       |
| 63 | 313         | 5  | 1.29 | 1.28 | 0.256 |
| 64 | 503         | 10 | 5.01 | 5    | 0.500 |
| 65 | 510         | 5  | 2.06 | 2.05 | 0.410 |
| 66 | 511         |    |      |      |       |
| 67 | 513         | 14 | 3.26 | 3.25 | 0.232 |
| 68 | 706         | 14 | 4.38 | 4.37 | 0.312 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |    |        |        |       |
|----|-------|----|--------|--------|-------|
| 69 | 712   | 10 | 5.41   | 5.4    | 0.540 |
| 70 | 716   |    |        |        |       |
| 71 | 903-A | 3  | 0.34   | 0.33   | 0.110 |
| 72 | 903-B | 5  | 1.1    | 1.09   | 0.218 |
| 73 | 902   | 11 | 6.65   | 6.64   | 0.604 |
| 74 | 307   | 9  | 4.68   | 4.67   | 0.519 |
| 75 | 301   |    |        |        |       |
| 76 | s/n   | 8  | 1.88   | 1.87   | 0.234 |
| 77 | 1016  | 11 | 4.84   | 4.83   | 0.439 |
| 78 | 209   | 8  | 1.18   | 1.17   | 0.146 |
| 79 | 404   | 6  | 6.12   | 6.11   | 1.018 |
| 80 | 411   | 6  | 4.01   | 4      | 0.667 |
| 81 | 406   | 8  | 12.83  | 12.82  | 1.603 |
| 82 | 605   | 6  | 1.55   | 1.54   | 0.257 |
| 83 | 802   | 8  | 4.87   | 4.86   | 0.608 |
| 84 | 104   | 10 | 11.005 | 10.995 | 1.100 |

Recolección Total

220.875



#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 8

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA       | OBSERVACIONES |
|--|----------------------|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC               |               |
| Estado:  | PUEBLA               |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 12:50 Hrs 24/10/2000 |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO        |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).                               | VIENTOS FUERTES      |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo   | 220.875 Kg.          |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                                    | 59.660 Kg.           |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos.                     | NO SE EFECTUO        |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                      |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes |               |
| Cargo  | Jefe de Campo        |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA              |               |
| <b>Observaciones:</b>  |                      |               |
| LAS MUESTRAS QUE NO FUERON ENTREGADAS POR LOS CIUDADANOS EN LA 2ª VUELTA YA NO FUERON RECOLECTADAS |                      |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 8

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA       | OBSERVACIONES |
|--|----------------------|---------------|
| Municipio:   | AMOZOC               |               |
| Estado:  | PUEBLA               |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 12:50 Hrs 24/10/2000 |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO        |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).                               | VIENTOS FUERTES      |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo   | 220.875 Kg.          |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                                    | 59.660 Kg.           |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos.                     | NO SE EFECTUO        |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                      |               |
| Nombre   | Juan Hernández Reyes |               |
| Cargo  | Jefe de Campo        |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA              |               |
| <b>Observaciones:</b>  |                      |               |
| LAS MUESTRAS QUE NO FUERON ENTREGADAS POR LOS CIUDADANOS EN LA 2ª VUELTA YA NO FUERON RECOLECTADAS |                      |               |

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-15-1985

### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS

Día No. 8

| Localidad:   | AMOZOC DE MOTA       | OBSERVACIONES |
|--|----------------------|---------------|
| Municipio:   | <b>AMOZOC</b>        |               |
| Estado:  | PUEBLA               |               |
| Fecha y hora del Cuarteo:  | 12:50 Hrs 24/10/2000 |               |
| Procedencia de la muestra:   | ESTRATO MEDIO        |               |
| Condiciones climatologicas imperantes durante el cuarteo (describa).                               | VIENTOS FUERTES      |               |
| Cantidad de Residuos solidos para el cuarteo   | 220.875 Kg.          |               |
| Cantidad de residuos solidos para la selección de subproductos.                                    | 59.660 Kg.           |               |
| Cantidad de residuos solidos para los analisis Fisicos, Quimicos y Biologicos.                     | NO SE EFECTUO        |               |
| <b>Responsable del Cuarteo:</b>  |                      |               |
| Nombre   |                      |               |
| Cargo  | Jefe de Campo        |               |
| Dependencia o Institución  | CUHIPSA              |               |
| <b>Observaciones:</b>  |                      |               |
| LAS MUESTRAS QUE NO FUERON ENTREGADAS POR LOS CIUDADANOS EN LA 2ª VUELTA YA NO FUERON RECOLECTADAS |                      |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

NOM-AA-22-1985

##### REGISTRO DIARIO. SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO

DIA No 8.

| No | SUBPRODUCTOS                        | PESO EN Kg | PESO EN % | OBSERVACIONES |
|----|-------------------------------------|------------|-----------|---------------|
| 1  | ALGODÓN                             |            |           |               |
| 2  | CARTÓN                              | 0.850      | 1.4       |               |
| 3  | CUERO                               | 0.940      | 1.6       |               |
| 4  | RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 20 | 6.370      | 10.7      |               |
| 5  | ENVASE DE CARTON ENCERADO           |            |           |               |
| 6  | FIBRA DURA VEGETAL ( Esclerénquima) | 0.100      | 0.2       |               |
| 7  | FIBRAS SINTETICAS                   | 0.520      | 0.9       |               |
| 8  | HUESO                               | 0.910      | 1.5       |               |
| 9  | HULE                                | 1.800      | 3.0       |               |
| 10 | VINIL                               | 0.470      | 0.8       |               |
| 11 | LATAS:                              |            |           |               |
|    | DE ALUMINIO                         | 0.210      | 0.4       |               |
|    | OTROS METALES                       | 0.770      | 1.3       |               |
| 12 | LOZA Y CERAMICA                     | 0.650      | 1.1       |               |
| 13 | MADERA                              |            |           |               |
| 14 | MATERIAL DE CONSTRUCCION            |            |           |               |
| 15 | MATERIAL FERROSO                    | 0.200      | 0.3       |               |
| 16 | MATERIAL NO-FERROSO                 |            |           |               |
| 17 | PAPEL                               | 5.960      | 10.0      |               |
| 18 | PAÑAL DESECHABLE                    | 6.520      | 10.9      |               |
| 19 | PLASTICO DE PELICULA                | 2.310      | 3.9       |               |
| 20 | PETE                                | 1.470      | 2.5       |               |
| 21 | PLASTICO RIGIDO                     | 0.800      | 1.3       |               |
| 22 | POLIURETANO                         | 0.090      | 0.2       |               |
| 23 | POLIURETANO EXPANDIDO               |            |           |               |
| 24 | RESIDUOS ALIMENTICIOS               | 19.990     | 33.5      |               |
| 25 | RESIDUOS DE JARDINERIA:             |            |           |               |
|    | ORGANICOS.                          | 0.820      | 1.4       |               |
|    | INORGANICOS.                        |            |           |               |
| 26 | TRAPO                               | 1.420      | 2.4       |               |
| 27 | VIDRIO DE COLOR                     | 0.280      | 0.5       |               |
| 28 | VIDRIO TRANSPARENTE                 | 1.680      | 2.8       |               |
| 29 | OTROS                               | 4.530      | 7.6       |               |
| 30 | ZAPATOS                             |            |           |               |
|    | TOTAL                               | 59.660     | 100       |               |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

RESUMEN DE GENERACIÓN PERCAPITA DEL MUESTREO REALIZADO EN LA CIUDAD DE  
AMOZOC DE MOTA PUE.

| No. | Generación<br>Per capita<br>DIA No 2<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 3<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 4<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 5<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 6<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 7<br>( Kg/hab/dia) | Generación<br>Per capita<br>DIA No 8<br>( Kg/hab/dia) | PROMEDIO<br>Generación<br>Per capita<br>( Kg/hab/dia) |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1   | 0.603   | 0.213   | 0.249   | 0.449   | 0.373   | 1.259   | 0.336   | 0.497   |
| 2   | 0.180   | 0.597   | 3.913   | 1.003   |   | 0.070   | 0.170   | 0.989   |
| 3   | 0.415   | 0.224   | 0.184   | 0.284   | 0.065   | 0.173   | 0.147   | 0.213   |
| 4   | 0.319   | 0.127   | 0.299   | 0.334   | 0.477   | 0.724   | 0.411   | 0.384   |
| 5   | 0.710   | 1.110   | 0.248   | 0.460   | 0.128   | 0.358   | 0.308   | 0.474   |
| 6   | 0.127   | 0.145   | 0.847   | 0.668   | 0.493   | 1.420   | 0.807   | 0.644   |
| 7   | 0.889   | 0.143   | 0.968   |   | 0.790   | 0.367   |   | 0.631   |
| 8   | 0.813   | 0.273   | 0.557   |   | 0.488   | 0.208   |   | 0.468   |
| 9   | 1.658   | 3.173   | 0.318   | 1.065   | 0.775   | 1.210   | 2.203   | 1.486   |
| 10  | 2.103   | 0.623   | 1.248   | 0.423   | 0.898   | 0.463   | 0.678   | 0.919   |
| 11  | 0.341   | 0.317   | 0.140   | 0.395   | 0.363   | 0.340   | 0.161   | 0.294   |
| 12  | 0.163   | 1.360   | 0.648   | 0.523   | 0.535   | 0.580   | 0.738   | 0.649   |
| 13  | 0.868   | 0.473   | 0.266   | 0.399   | 0.249   | 0.496   | 0.314   | 0.438   |
| 14  | 0.613   | 0.335   | 0.285   | 0.785   | 0.403   | 0.443   | 0.538   | 0.486   |
| 15  | 2.057   | 0.427   | 0.854   | 0.999   | 2.130   | 0.727   | 0.727   | 1.131   |
| 16  | 0.759   | 1.085   | 1.669   | 0.461   | 0.919   | 0.526   | 0.810   | 0.890   |
| 17  | 0.280   | 0.340   | 0.595   | 0.098   | 0.325   | 0.625   | 0.547   | 0.401   |
| 18  | 1.199   | 0.077   | 0.321   | 0.820   | 0.961   | 0.561   | 0.379   | 0.617   |
| 19  | 2.017   | 2.038   | 2.300   | 1.600   | 1.272   | 1.018   | 0.388   | 1.519   |
| 20  | 0.950   | 0.161   | 0.161   | 0.261   | 1.095   | 0.530   | 2.555   | 0.816   |
| 21  | 0.987   | 1.019   | 0.482   | 0.635   | 0.128   | 0.475   | 0.245   | 0.567   |
| 22  | 1.148   |   | 0.811   | 0.804   | 0.886   | 0.739   | 1.046   | 0.906   |
| 23  | 0.819   | 0.518   | 0.168   | 0.548   | 0.502   | 0.384   | 0.120   | 0.437   |
| 24  | 0.159   | 1.858   | 0.290   | 0.368   | 0.226   | 0.466   | 0.212   | 0.511   |
| 25  | 1.450   | 2.930   | 0.597   | 0.230   | 0.353   | 0.353   | 0.445   | 0.908   |
| 26  | 0.478   | 1.210   | 0.748   | 0.535   | 0.205   | 0.623   | 0.830   | 0.661   |
| 27  | 0.516   | 0.284   | 0.258   | 0.346   | 0.648   | 0.274   | 0.208   | 0.362   |
| 28  | 0.700   | 0.842   | 0.810   | 0.635   | 0.575   | 0.738   | 0.088   | 0.627   |
| 29  | 0.982   | 0.903   | 0.330   | 0.463   | 2.230   | 0.750   | 0.583   | 0.892   |
| 30  |   | 0.297   |   |   | 0.060   | 0.570   | 0.057   | 0.246   |
| 31  | 0.824   | 0.566   | 0.206   | 0.670   | 0.341   | 0.307   | 0.357   | 0.467   |
| 32  | 0.480   | 0.748   | 1.315   | 0.770   | 1.433   | 0.593   |   | 0.890   |
| 33  | 0.131   | 0.624   | 1.104   | 0.919   | 0.363   | 0.663   | 0.680   | 0.641   |
| 34  | 0.125   | 0.109   | 0.672   | 0.070   | 0.749   | 0.145   | 0.542   | 0.344   |
| 35  | 0.157   | 0.260   | 0.077   | 0.232   | 0.221   | 0.131   | 0.183   | 0.180   |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 36 | 0.209 | 0.333 | 0.510 | 0.301 | 0.177 | 0.286 | 0.364 | 0.311 |
| 37 | 0.067 | 0.404 | 0.099 | 0.110 | 0.277 | 0.111 | 0.266 | 0.190 |
| 38 | 0.552 | 0.216 | 0.371 | 0.559 | 0.279 | 0.372 | 0.301 | 0.379 |
| 39 | 0.187 | 0.273 | 0.448 | 0.285 | 0.228 | 0.553 | 0.988 | 0.423 |
| 40 | 0.614 | 0.770 | 0.516 | 0.682 | 0.288 | 0.682 | 0.270 | 0.546 |
| 41 | 0.146 | 0.298 | 0.798 | 0.448 | 0.444 |       | 0.421 | 0.426 |
| 42 | 0.384 | 0.162 | 0.430 | 0.497 | 0.330 | 0.413 | 0.153 | 0.338 |
| 43 |       |       |       | 0.275 | 0.085 | 0.140 | 0.330 | 0.208 |
| 44 |       | 0.742 | 0.128 |       |       |       |       | 0.435 |
| 45 | 0.330 | 1.045 | 0.295 | 0.145 | 0.727 | 0.573 | 0.330 | 0.492 |
| 46 | 0.145 | 0.349 | 0.499 | 0.093 | 0.628 | 0.439 | 0.100 | 0.322 |
| 47 | 0.485 | 0.995 | 0.345 | 1.015 | 0.085 | 0.970 | 0.480 | 0.625 |
| 48 | 0.083 |       |       |       |       |       |       | 0.083 |
| 49 | 0.303 | 0.230 | 0.120 | 0.093 | 0.280 | 0.150 | 0.305 | 0.211 |
| 50 | 1.803 | 0.598 | 0.310 | 0.373 | 0.380 | 0.357 | 0.157 | 0.568 |
| 51 | 0.979 | 0.486 | 0.711 | 0.280 | 0.243 | 0.780 | 0.138 | 0.517 |
| 52 |       |       | 0.385 | 0.248 | 0.248 | 0.410 | 0.520 | 0.362 |
| 53 | 0.873 | 0.486 | 0.011 | 0.911 | 0.808 | 0.206 | 0.464 | 0.537 |
| 54 | 0.353 | 0.548 | 0.198 | 0.482 | 0.303 | 0.245 | 0.538 | 0.381 |
| 55 | 0.280 | 0.410 | 0.418 | 0.248 |       | 0.285 | 0.163 | 0.301 |
| 56 | 0.870 | 0.420 | 0.220 | 0.545 |       | 1.275 | 0.710 | 0.673 |
| 57 | 0.513 | 1.156 | 0.774 |       | 0.231 | 0.461 | 0.360 | 0.582 |
| 58 | 0.618 | 0.833 | 0.260 | 1.505 | 0.557 | 0.409 |       | 0.697 |
| 59 | 0.946 | 1.034 | 0.634 | 0.263 | 0.079 | 0.620 | 0.139 | 0.531 |
| 60 | 0.943 |       | 0.263 | 0.183 | 0.185 |       | 0.327 | 0.475 |
| 61 | 0.433 | 0.248 |       | 0.105 |       |       | 0.313 | 0.366 |
| 62 | 0.323 | 0.363 |       |       | 0.217 |       |       | 0.301 |
| 63 | 0.168 | 0.238 | 0.398 | 0.694 | 1.094 | 0.336 | 0.256 | 0.455 |
| 64 | 0.711 | 0.599 | 1.409 | 1.754 | 0.492 | 0.583 | 0.500 | 0.864 |
| 65 | 0.930 | 1.338 | 0.458 | 1.288 | 2.102 | 1.124 | 0.410 | 1.093 |
| 66 | 1.188 |       |       |       |       |       |       | 1.188 |
| 67 | 0.491 | 1.194 | 1.085 | 0.331 | 0.268 | 0.637 | 0.232 | 0.605 |
| 68 | 1.029 | 1.421 | 0.589 | 0.349 |       | 0.236 | 0.312 | 0.656 |
| 69 | 1.011 | 0.342 | 0.844 |       | 0.486 | 0.266 | 0.540 | 0.498 |
| 70 | 0.810 | 0.070 | 2.595 | 2.195 |       | 0.940 |       | 1.322 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 71 | 1.233 | 1.380 | 0.397 | 0.207 | 0.347 |       | 0.110 | 0.612 |
| 72 | 0.750 | 0.395 | 0.470 | 0.560 | 0.070 | 0.178 | 0.218 | 0.377 |
| 73 | 1.138 | 0.674 | 0.481 | 0.387 | 0.295 | 0.217 | 0.604 | 0.542 |
| 74 | 0.963 | 0.266 | 0.510 | 0.238 | 0.102 | 0.301 | 0.519 | 0.414 |
| 75 |       | 0.310 | 0.278 | 0.785 | 0.142 | 0.099 |       | 0.323 |
| 76 | 0.355 | 0.848 | 0.479 | 0.393 | 0.304 | 0.245 | 0.234 | 0.408 |
| 77 | 0.648 | 0.135 | 0.663 | 0.428 | 0.276 | 0.422 | 0.439 | 0.430 |
| 78 | 0.248 | 0.388 | 0.299 | 0.508 | 0.678 | 0.223 | 0.146 | 0.356 |
| 79 | 0.780 | 1.942 | 0.145 | 0.832 | 0.000 | 0.405 | 1.018 | 0.854 |
| 80 | 0.797 | 0.490 | 1.582 | 0.657 | 0.718 | 0.800 | 0.667 | 0.816 |
| 81 | 0.643 | 0.940 | 0.193 | 0.155 | 0.987 | 0.269 | 1.603 | 0.684 |
| 82 | 0.718 | 0.710 | 0.305 | 0.655 | 4.250 | 0.273 | 0.257 | 1.024 |
| 83 | 0.693 | 0.299 | 0.458 | 0.682 | 0.798 | 0.574 | 0.608 | 0.587 |
| 84 | 1.931 | 0.268 |       |       | 1.091 | 0.532 | 1.100 | 0.984 |

**RESULTADOS DE  
LAS ENCUESTAS  
APLICADAS**



## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

*Resultado de las encuestas aplicadas en el Municipio de Amozoc, Pue.*

### **Estrato Medio**

**Total de Encuestas: 81**

#### **¿Cuál es la frecuencia de recolección en su Barrio?**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| a) Una vez por semana    | 65 |
| b) Dos veces por semana  | 8  |
| c) Tres veces            |    |
| d) Diario                |    |
| e) Una vez a la quincena | 2  |
| f) Ocasionalmente        | 2  |
| g) No sabe               |    |

**4 personas no contestaron esta pregunta**

#### **A.1 ¿Qué días de la semana pasa el camión recolector de basura?**

|              |    |
|--------------|----|
| a) Lunes     | 19 |
| b) Martes    | 16 |
| c) Miércoles | 10 |
| d) Jueves    | 13 |
| e) Viernes   | 9  |
| f) Sábado    | 1  |
| g) Domingo   |    |
| h) Variable  | 15 |

**6 personas no contestaron esta pregunta y 7 contestaron con más de una opción (2)**

#### **A.2 ¿Considera que es suficiente el número de días que pasa el camión recolector?**

|          |    |
|----------|----|
| a) Si    | 15 |
| b) No    | 63 |
| c) No sé | 1  |

**2 personas no contestaron esta pregunta**

#### **A.3 Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?**

|            |    |
|------------|----|
| a) Si      | 35 |
| b) No      | 32 |
| c) A veces | 12 |
| d) No sé   | 1  |

**1 persona no contestó esta pregunta**

#### **A.4 El trato hacia usted de los empleados que recogen la basura es:**

|                |    |
|----------------|----|
| a) Amable      | 39 |
| b) Indiferente | 35 |
| c) Grosero     | 5  |
| d) Exigentes   | 1  |
| e) No se       |    |

**1 persona no contestó esta pregunta**

#### **A.5 ¿Cuenta con el barrido de calles en su Barrio?**

|       |    |
|-------|----|
| a) Si | 3  |
| b) No | 76 |

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

- c) A veces
- d) No sé

**2 personas no contestaron esta pregunta**

**A.6 ¿Cuál es la frecuencia del barrido?\***

- |              |   |
|--------------|---|
| a) Lunes     | 2 |
| b) Martes    | 2 |
| c) Miércoles | 2 |
| d) Jueves    | 2 |
| e) Viernes   | 2 |
| f) Sábado    | 1 |
| g) Domingo   | 1 |

**1 persona contestó de L a V, otra de L a D y 79 no contestaron la pregunta**

**A.8 ¿Cómo calificaría la limpieza de su calle?**

- |                       |    |
|-----------------------|----|
| a) Muy limpia         |    |
| b) Limpia             | 14 |
| c) Con algo de basura | 59 |
| d) Con mucha basura   | 8  |

**A.9 ¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su Barrio, debido a que no se presta el servicio?**

- |          |    |
|----------|----|
| a) Si    | 46 |
| b) No    | 32 |
| c) No sé |    |

**3 personas no contestaron esta pregunta**

**A.10 ¿Esta satisfecho con el servicio de recolección y limpieza que se tiene en su Barrio?**

- |          |    |
|----------|----|
| a) Si    | 33 |
| b) No    | 47 |
| c) No sé | 1  |

**A.11 ¿Paga alguna tarifa especial u oficial por la recolección de la basura?**

- |           |    |
|-----------|----|
| a) Si     |    |
| b) No     | 81 |
| c) Cuanto |    |

**A.12 ¿Proporciona a los trabajadores del Departamento de Limpia, propinas por la recolección de basura?**

- |            |             |
|------------|-------------|
| a) Si      | 39          |
| b) No      | 37          |
| c) A veces | 4           |
| d) Cuanto  | \$ 5 y \$ 3 |

**1 persona no contestó esta pregunta**

**A.13 En general ¿cómo calificaría el servicio de recolección y limpieza municipal?**

- |          |   |
|----------|---|
| a) Bueno | 7 |
|----------|---|

#### IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

---

|            |    |
|------------|----|
| b) Regular | 58 |
| c) Malo    | 15 |

**1 persona no contestó esta pregunta**

##### **B.1 ¿Sabe usted si existe un Reglamento de Limpieza en el Municipio?**

|       |    |
|-------|----|
| a) Si | 2  |
| b) No | 78 |

**1 persona no contestó esta pregunta**

##### **B.2 ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?**

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| a) Bote con tapa      | 9           |
| b) Bote sin tapa      | 19          |
| c) Caja de madera     |             |
| d) Caja de cartón     |             |
| e) Bolsas de plástico | 58          |
| f) Otro               | 26 (Costal) |

**25 personas contestaron más de una opción (dos opciones) y 1 no contestó la pregunta**

**3 personas contestaron con más de dos opciones (tres opciones)**

##### **B.3 ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del Departamento de Limpia?**

|   |                 |
|---|-----------------|
| a) Bote con tapa                          | 1               |
| b) Bote sin tapa                          | 2               |
| c) Caja de madera                         |                 |
| d) Caja de cartón                         |                 |
| e) Bolsas de plástico                     | 4               |
| f) Otro (se lleva al carro o en costales) | 10 (2 costales) |

**65 no contestaron esta pregunta y 1 contestó con más de una opción (2 opciones)**

##### **B.4 ¿Existe libre acceso en su casa para el personal del servicio de limpia?**

|       |    |
|-------|----|
| a) Si | 3  |
| b) No | 34 |

**44 personas no contestaron esta pregunta**

##### **B.5 ¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?**

|  |    |
|--|----|
| a) Los lleva al tiradero o a un contenedor | 44 |
| b) Los quema                               | 12 |
| c) Los entierra                            | 2  |
| d) Espera a que pase el camión             | 30 |

**7 personas contestaron con más de una opción (dos opciones)**

##### **B.6 ¿Separa usted la basura en residuos orgánicos e inorgánicos?**

|       |    |
|-------|----|
| a) Si | 24 |
| b) No | 54 |

#### **IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

---

**3 personas no contestaron esta pregunta**

**B.7 ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?**

- |            |    |
|------------|----|
| a) Si      | 77 |
| b) No      | 3  |
| c) A veces | 1  |

**B.8 Si es así, ¿Cuál es la frecuencia del barrido?\***

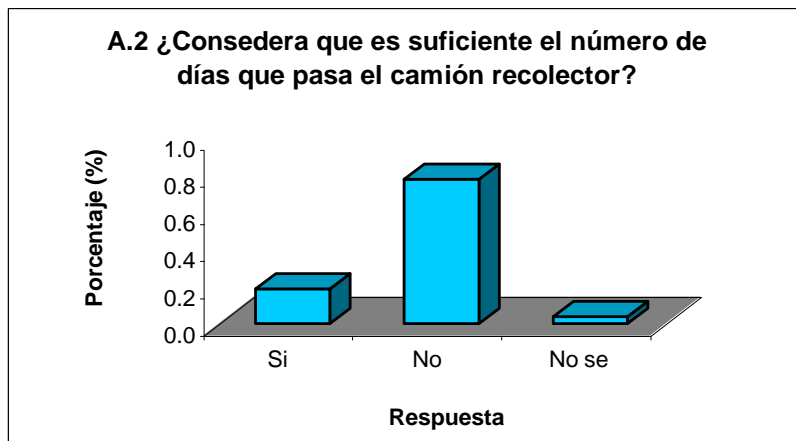
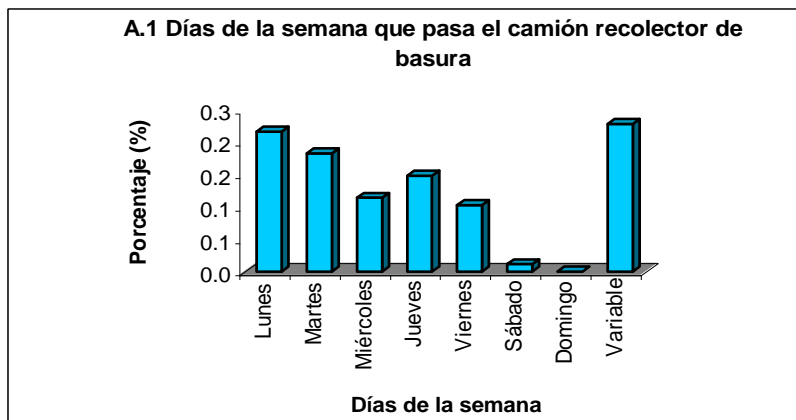
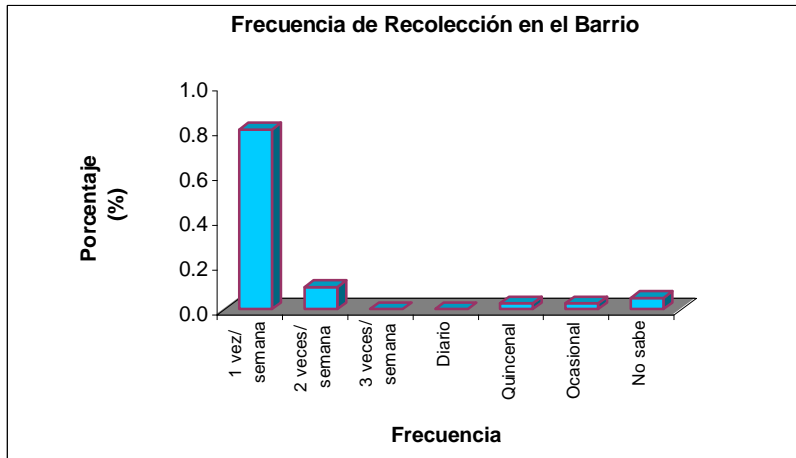
- |                            |    |
|----------------------------|----|
| a) Una vez por semana      | 10 |
| b) Dos veces por semana    | 23 |
| c) Tres veces por semana   | 19 |
| d) Cuatro veces por semana | 2  |
| e) Diario                  | 23 |
| f) Una vez a la quincena   | 1  |
| g) Ocasionalmente          |    |
| h) No sabe                 |    |

**3 personas no contestaron esta pregunta**

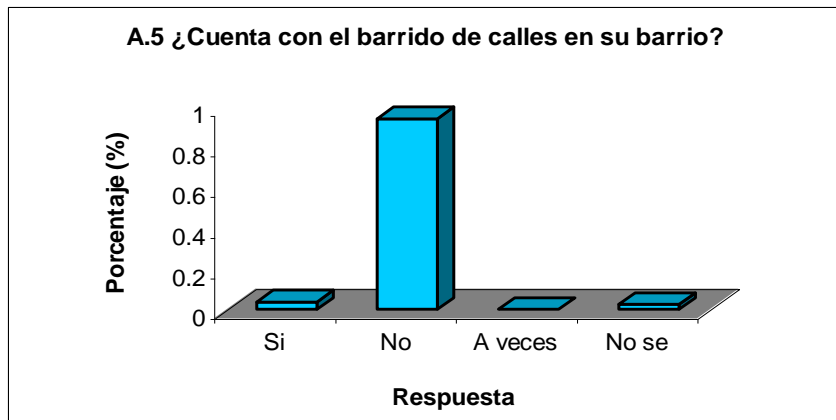
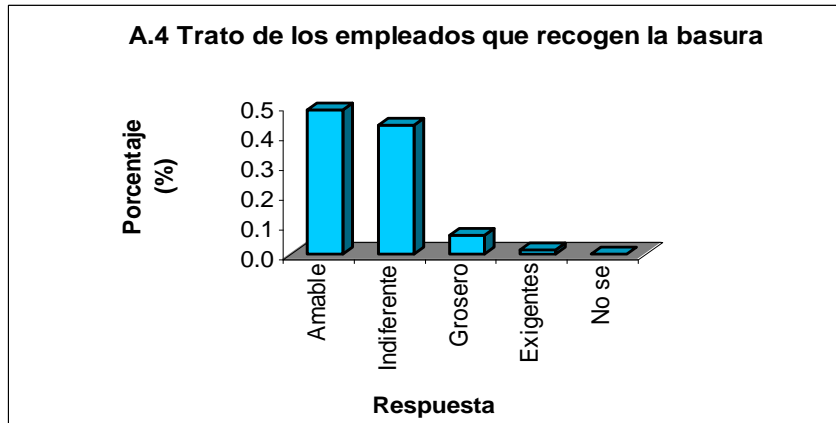
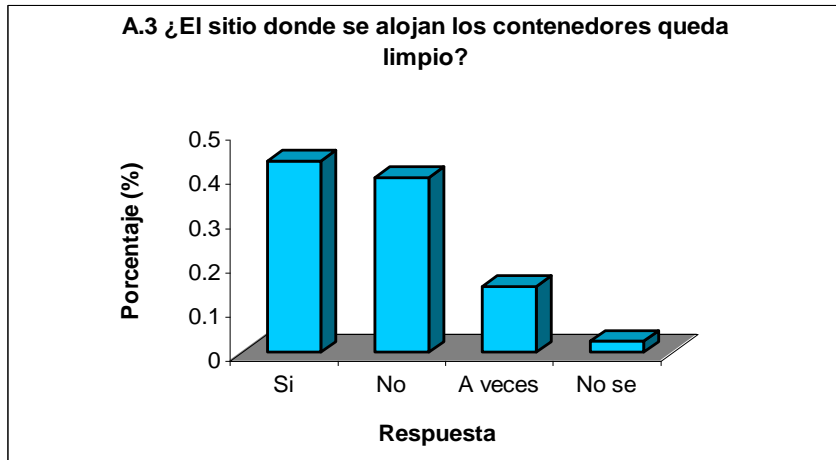
NOTA: En total fueron 81 encuestas.

## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

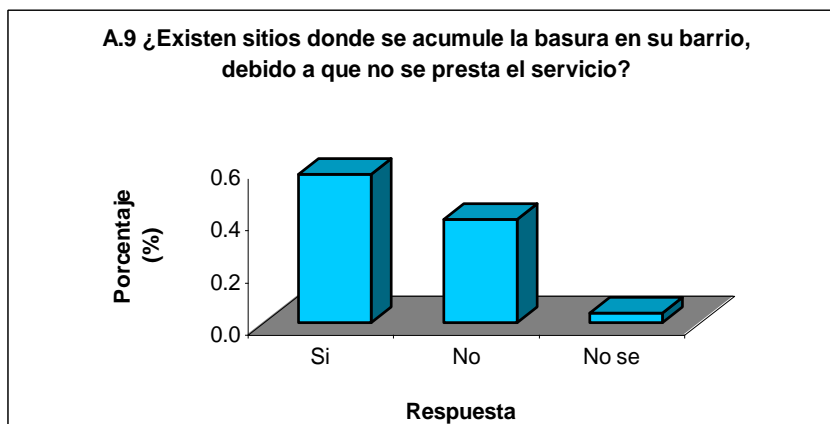
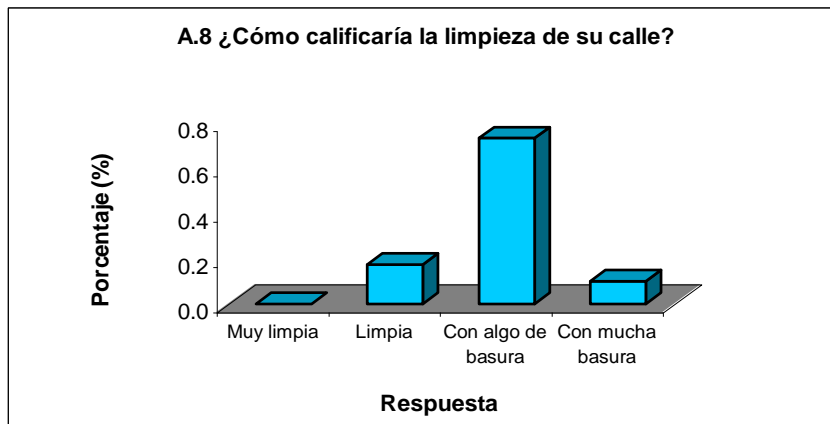
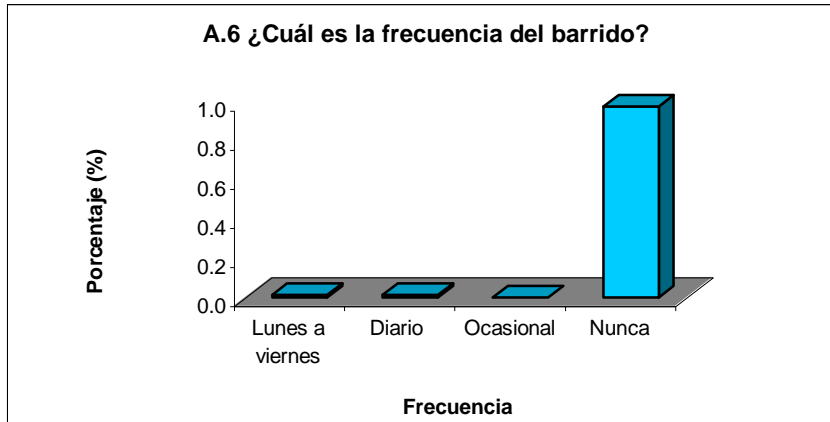
Los resultados de las encuestas se muestran a continuación en forma gráfica:



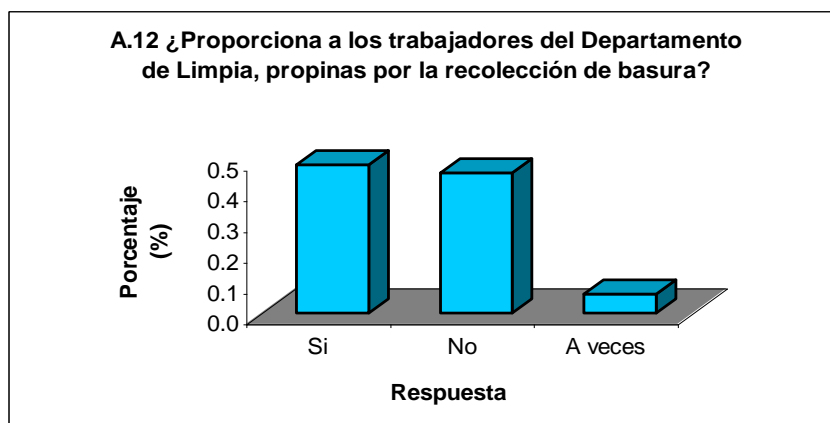
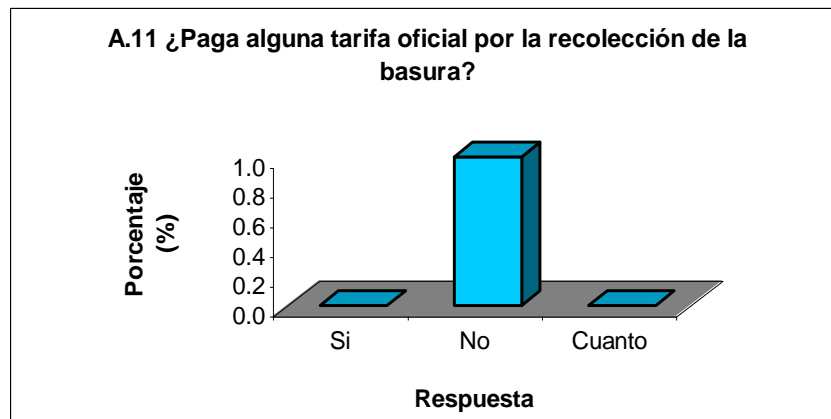
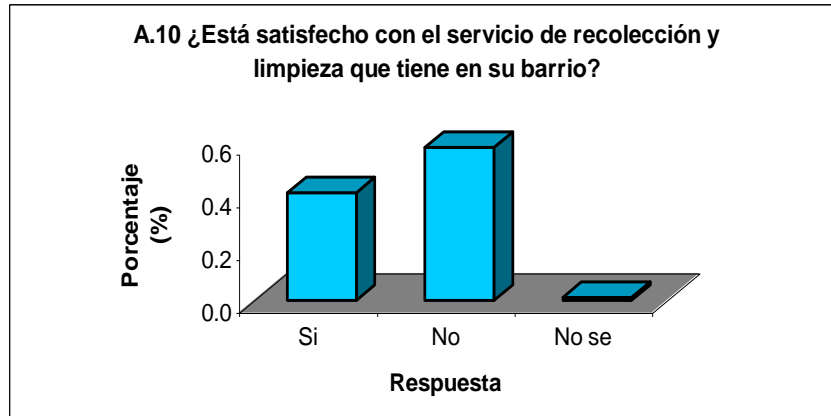
## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

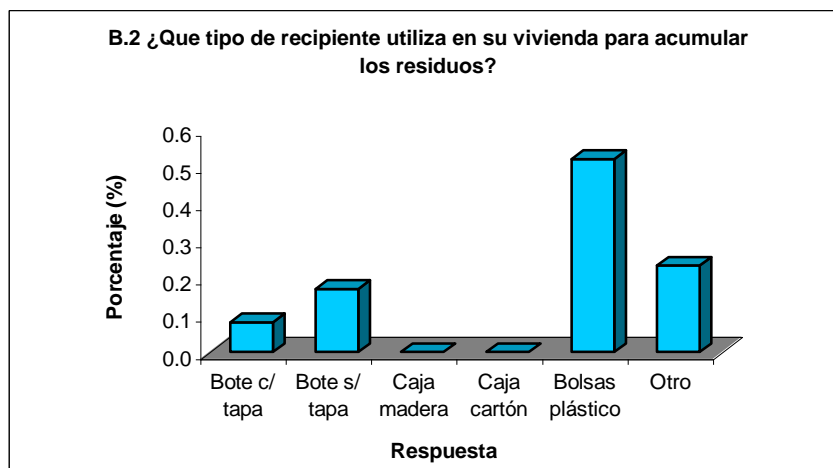
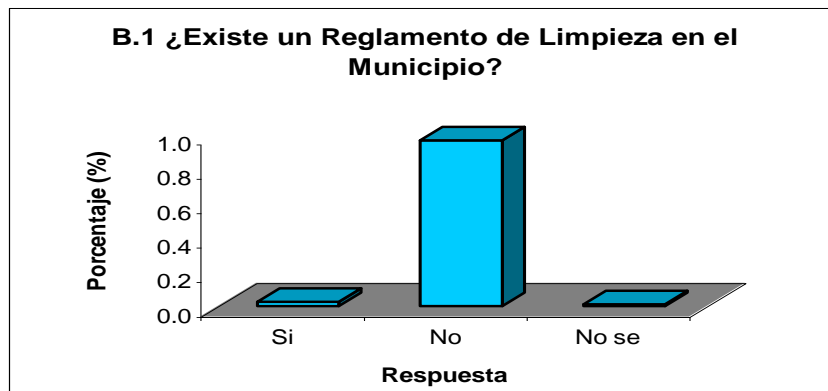
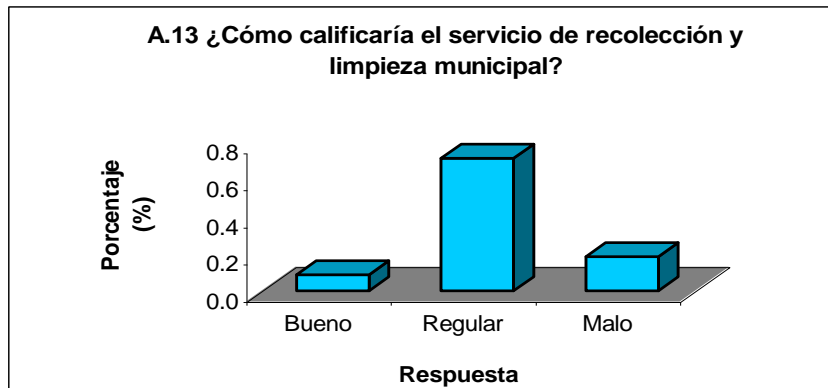


## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

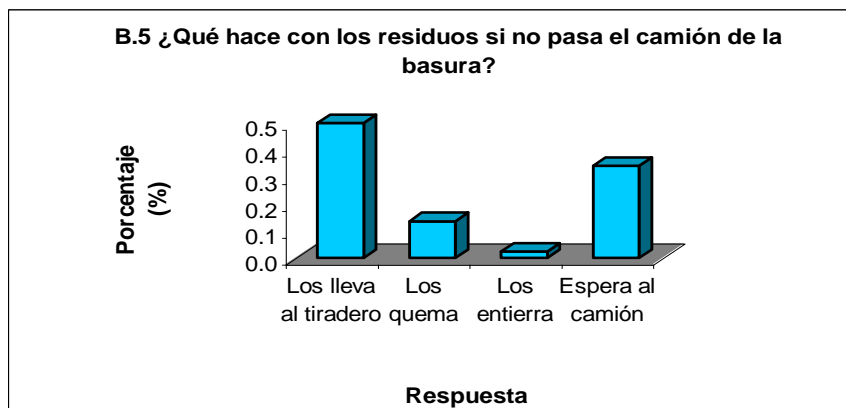
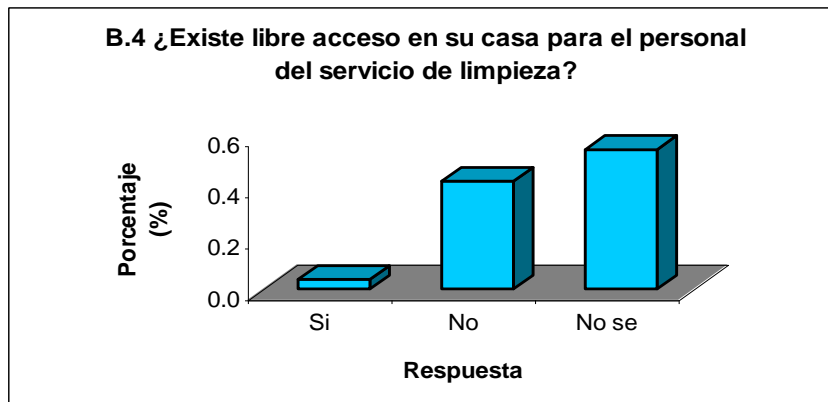
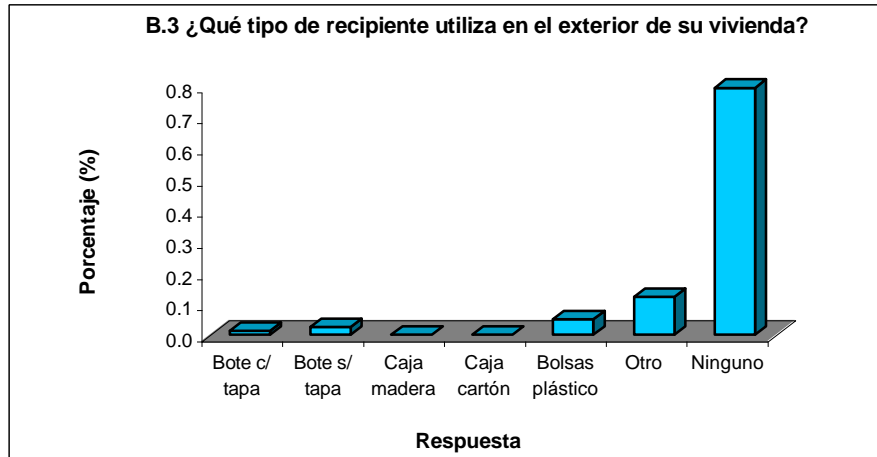




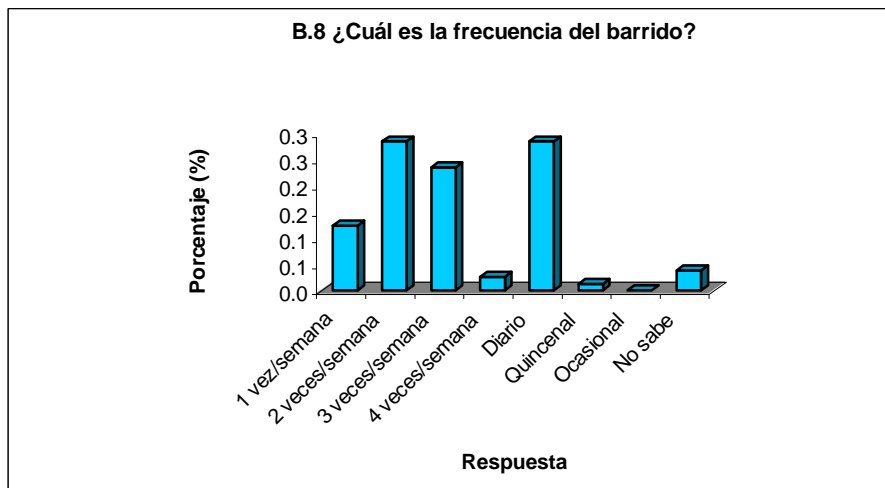
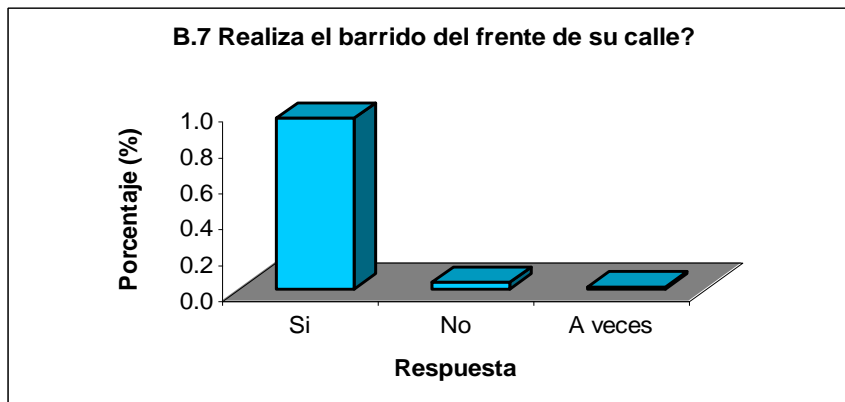
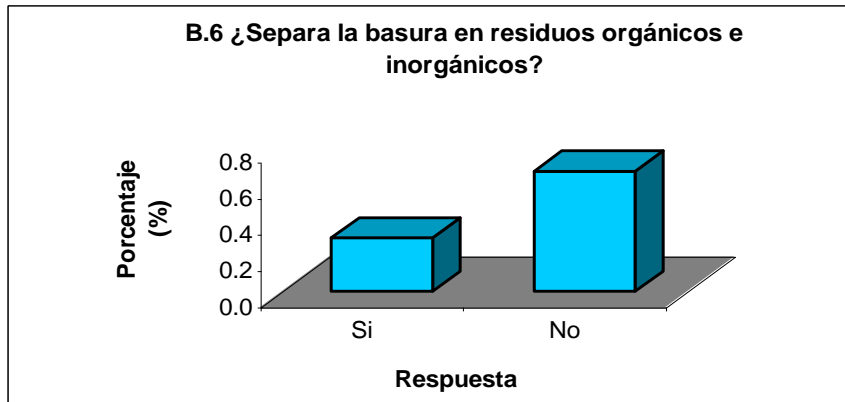
## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



## IV.- GENERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



## CAPITULO QUINTO

### DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

#### 5. - Diseño del relleno sanitario.

##### 5.1.- Bases del Proyecto

Enseguida se presentan las bases que se consideran para la elaboración de este proyecto. Éstas comprenden: a) la especificación del periodo del proyecto; b) la determinación de la generación en el periodo de proyecto, c) el análisis y la selección del método de operación.

##### a) Periodo del proyecto

La construcción de las obras que se requieren para la operación de un relleno sanitario representa una importante erogación. Las edificaciones y el equipamiento como: casetas, báscula, vialidades, obras de drenaje, así como las instalaciones para la captación y el tratamiento de lixiviados, entre otras, tienen una vida útil de más de 25 años, por lo que no es conveniente proyectar obras para ser utilizadas únicamente en un periodo de tiempo corto. Por otro lado, la dificultad que implica conseguir un terreno que justifique técnica y económicamente su utilización como relleno sanitario, apoya la consideración de que la vida útil del proyecto se extienda lo más posible. Se recomienda que el periodo del proyecto no sea menor de 10 años.

En el caso del proyecto que nos ocupa se tomó un periodo de 10 años, el cual se considera adecuado a las necesidades inmediatas de los municipios que están integrados en este proyecto. La limitada área del terreno con que se cuenta, determina el volumen que se puede considerar para el diseño del proyecto.

##### b) Generación de residuos sólidos

A partir de la generación media de 0.583 Kg/ hab día que se determinó en el estudio de generación descrito en el punto 2.3 de este estudio y los datos de población obtenidos en los censos nacionales que publicó el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, se calculó la generación de residuos sólidos estimada para cada año del periodo del proyecto. Debido a que no se realizó un estudio de generación específico para las fuentes comerciales e industriales con el que se pudiera predecir con mayor certidumbre la aportación de residuos por dichas fuentes, esta contribución está considerada como parte de un incremento anual en la tasa de generación media; en este estudio se consideró un incremento del 1.0% anual. En el cuadro 5.1.1 se presenta el crecimiento de la generación total de residuos sólidos durante el periodo del proyecto misma que será utilizada para el cálculo del volumen requerido en el diseño del relleno sanitario.

**Cuadro No 5.1.1 Crecimiento de la generación total de residuos sólidos durante el periodo del proyecto**

| Año  | Población (hab) | Generación Percápita (Kg.hab./día) | Cantidad Desechos Sólidos Generados |             |                 | VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS     |                         |   |   |                  |                             |
|------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|---|---|------------------|-----------------------------|
|      |                 |                                    | Diario (Kg)                         | Anual (Ton) | Acumulada (Ton) | Compactados                  |                         | Estabilizados Anual (C) (m <sup>3</sup> ) | Estabilizados Acumulado (m <sup>3</sup> ) | Rellenos         |                             |
|      |                 |                                    |                                     |             |                 | Diario (B) (m <sup>3</sup> ) | Anual (m <sup>3</sup> ) |   |   | (DS + MC) Anual* | Acumulado (m <sup>3</sup> ) |
|      |                 |                                    |                                     |             |                 |                              |                         |   |   |                  |                             |
| 2000 | 127,783         | 0.583                              | 74,497.49                           | 27,191.58   | 27,191.58       | 124.16                       | 45,319.50               | 36,255.45                                 | 36,255.45                                 | 43,506.53        | 43,506.53                   |
| 2001 | 129,962         | 0.589                              | 76,547.62                           | 27,939.88   | 55,131.47       | 127.58                       | 46,566.70               | 37,253.18                                 | 73,508.62                                 | 44,703.81        | 88,210.34                   |
| 2002 | 136,082         | 0.595                              | 80,968.79                           | 29,553.61   | 84,685.07       | 134.95                       | 49,256.02               | 39,404.81                                 | 112,913.43                                | 47,285.78        | 135,496.12                  |
| 2003 | 140,232         | 0.601                              | 84,279.43                           | 30,761.99   | 115,447.07      | 140.47                       | 51,270.09               | 41,015.99                                 | 153,929.42                                | 49,219.19        | 184,715.31                  |
| 2004 | 144,381         | 0.608                              | 87,783.65                           | 32,041.03   | 147,488.10      | 146.31                       | 53,402.06               | 42,721.38                                 | 196,650.80                                | 51,265.65        | 235,980.96                  |
| 2005 | 148,531         | 0.615                              | 91,346.57                           | 33,341.50   | 180,829.60      | 152.25                       | 55,569.43               | 44,455.33                                 | 241,106.13                                | 53,346.40        | 289,327.36                  |
| 2006 | 152,681         | 0.622                              | 94,967.58                           | 34,663.17   | 215,492.76      | 158.28                       | 57,772.20               | 46,217.56                                 | 287,323.69                                | 55,461.07        | 344,788.43                  |
| 2007 | 156,830         | 0.629                              | 98,646.07                           | 36,005.82   | 251,498.58      | 164.41                       | 60,010.02               | 48,007.76                                 | 335,331.44                                | 57,609.31        | 402,397.73                  |
| 2008 | 160,979         | 0.636                              | 102,382.64                          | 37,369.67   | 288,868.25      | 170.64                       | 62,282.87               | 49,826.22                                 | 385,157.66                                | 59,791.47        | 462,189.20                  |
| 2009 | 165,129         | 0.643                              | 106,177.95                          | 38,754.95   | 327,623.20      | 176.96                       | 64,591.86               | 51,673.27                                 | 436,830.93                                | 62,007.92        | 524,197.12                  |
| 2010 | 169,279         | 0.650                              | 110,031.35                          | 40,161.44   | 367,784.64      | 183.39                       | 66,935.89               | 53,548.59                                 | 490,379.52                                | 64,258.31        | 588,455.43                  |
| 2011 | 173,429         | 0.657                              | 113,942.85                          | 41,589.14   | 409,373.78      | 189.91                       | 69,315.33               | 55,452.19                                 | 545,831.71                                | 66,542.63        | 654,998.06                  |

Incremento de generación percapita 1.000% anual

Generación percapita 0.583 Kg. / hab. / día.

Densidades:

- (A) Suelta: 149.828 Kg / m<sup>3</sup>. (suelta)
- (B) Compactada: 600 Kg / m<sup>3</sup>. (compactada)
- (C) Estabilizada: 750 Kg / m<sup>3</sup>. (estabilizada)

\* V relleno sanitario = desechos sólidos + 20% tierra promedio.

### c) Análisis y selección del método de operación

La construcción de rellenos sanitarios, en general, puede realizarse de las siguientes maneras:

#### i. En forma superficial

Esta forma de construcción se realiza cuando se presentan varias de las siguientes situaciones: la excavación resulta muy costosa debido al tipo de terreno existente; el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie; el terreno tiene una alta capacidad de carga; se tiene disponible en el entorno y en forma económica material adecuado de cubierta.

En la literatura técnica se clasifican más específicamente los métodos de construcción superficial. Los más comunes son los denominados de área, de rampa escalonada y de cañón

#### ii. Excavando el terreno

El relleno se puede construir excavando el terreno, regularmente formando zanjas de dimensiones regulares, y enterrando en ellas la basura compactada y cubierta. Esta forma de construcción es conveniente cuando se tienen algunas de las siguientes situaciones: el nivel freático se encuentra alejado de la superficie, por lo menos a 10 ó 20 metros; la excavación no resulta costosa; el producto de la excavación tiene características adecuadas como material de cubierta; el terreno es sensiblemente plano.

#### iii. Combinando la excavación y la construcción superficial

Este tipo de construcción combina las dos formas descritas anteriormente. Normalmente se construyen las zanjas, se rellenan, se compactan y se cubren los residuos y posteriormente sobre éstas se construye en forma superficial otra etapa del relleno. Esta forma de construcción no es muy usual y se lleva a cabo cuando se presentan situaciones combinadas, de las descritas anteriormente y sobre todo cuando no se cuenta con una extensión de terreno suficiente. En este caso se requiere una mayor compactación en la primera etapa con el fin de que en la segunda etapa no existen hundimientos de las ruedas de los vehículos y de los equipos de compactación. Por otro lado es recomendable dejar asentar las áreas primeramente rellenas durante un lapso de alrededor de un año; mientras tanto, se puede trabajar en otra área.

Analizando las situaciones que presenta el sitio seleccionado para la construcción del relleno sanitario que nos ocupa, se eligió utilizar en el proyecto el método combinado, debido a las siguientes razones:

En primer lugar, el terreno elegido no cuenta con el área requerida para operar adecuadamente durante el periodo de proyecto. Lo anterior se concluyó al realizar un cálculo preliminar del volumen y del área requeridos para el proyecto. El área del terreno disponible es de 3.860 hectáreas, área que incluye la superficie donde serán ubicadas las obras complementarias. En el cuadro 5.1.2 se presenta el área que se requiere si se construye el relleno sanitario en forma superficial; la altura máxima que se considera es de 12 m. En esta situación se requiere un área de 7.926 Has. Incluyendo áreas comprendidas para obras complementarias y de amortiguamiento.

**Cuadro No. 5.1.2**  
**Área necesaria para construcción de relleno sanitario**  
**En forma superficial.**

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| Altura = h=      | 12 m                   |
| Area 1 =         | 66,049 m <sup>2</sup>  |
| Area 2 =         | 34,225 m <sup>2</sup>  |
| Volumen Total =  | 591,276 m <sup>3</sup> |
| Área requerida = | 7.926 has              |

$$V = \left(\frac{h}{3}\right) * (A_1 + A_2) + \sqrt{(A_1 * A_2)}$$

Donde,

V: Expresado en m<sup>3</sup>

A<sub>1</sub> : Área Inferior del prisma truncado

A<sub>2</sub> : Área superior del prisma truncado

h : Altura del prisma

En las figuras 5.1.1A y 5.1.1B, se presentan las dimensiones de la celda final del relleno construido en forma superficial; en este análisis preliminar se consideró un talud de 1:3

Figura 5.1.1 Método superficial

Fig. A

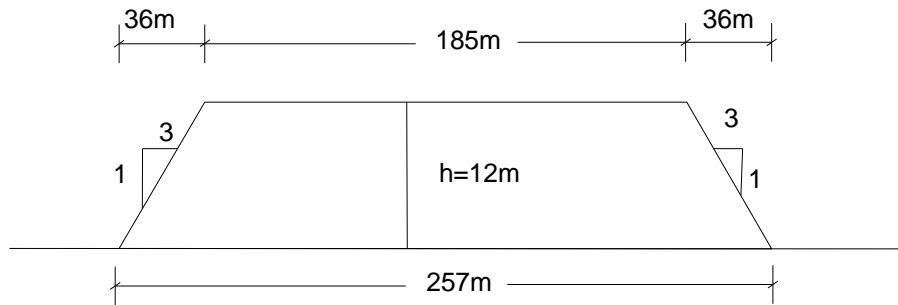
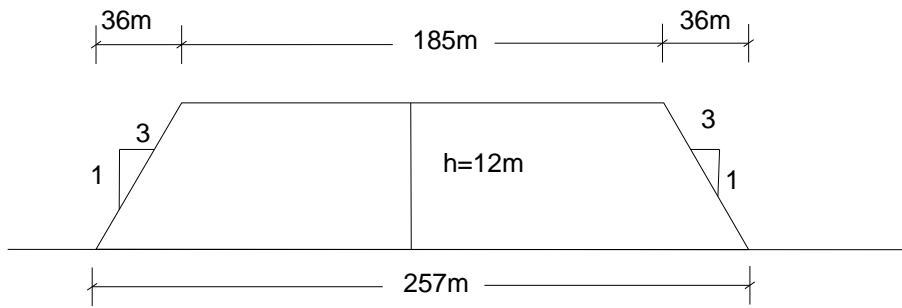


Fig. B





En la el cuadro 5.1.3 se calcula el área requerida si se construye el relleno excavando el terreno a una profundidad máxima de 4.0 m que es el alcance de excavación que tiene una máquina excavadora. En este caso se requiere de un área de 18.836 Has. Incluyendo áreas comprendidas para obras complementarias y de amortiguamiento.

**Cuadro número 5.1.3**  
**Área necesaria para construcción de relleno sanitario**  
**En forma de trinchera**

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| Altura = h=      | 4 m                    |
| Area 1 =         | 156,816 m <sup>2</sup> |
| Area 2 =         | 138,384 m <sup>2</sup> |
| Volumen Total =  | 590,016 m <sup>3</sup> |
| Área requerida = | 18.818 has             |

$$V = \left(\frac{h}{3}\right) * (A_{11} + A_2) + \sqrt{(A_1 * A_2)}$$

Donde,

V: Expresado en m<sup>3</sup>

A<sub>1</sub> : Área inferior del prisma truncado

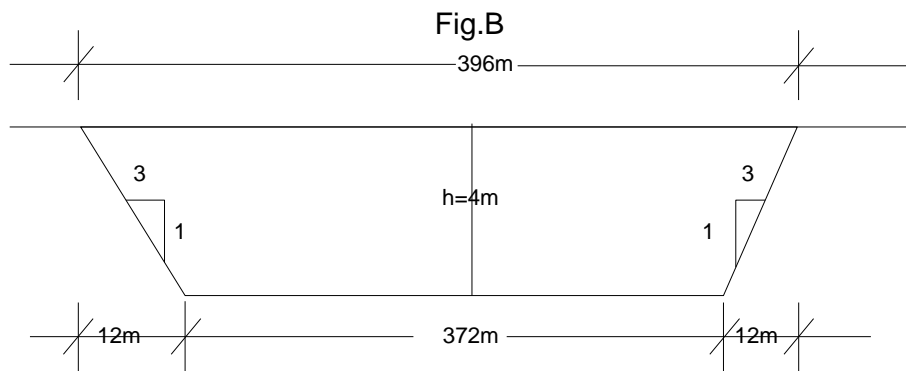
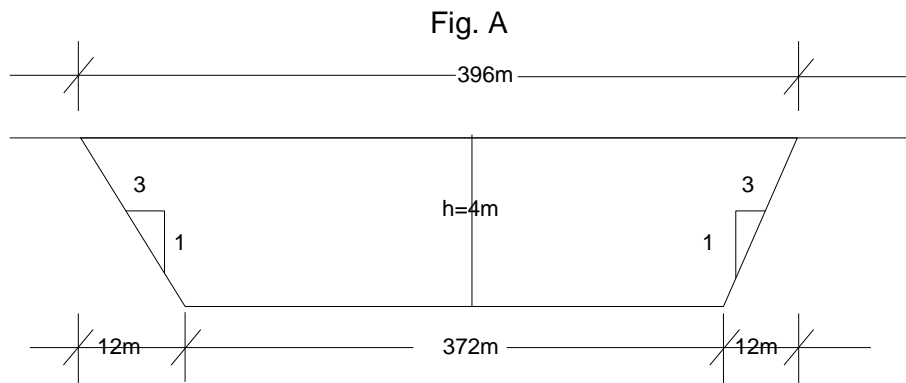
A<sub>2</sub> : Área superior del prisma truncado

h : Altura del prisma

En las figuras 5.1.2A y 5.1.2B se presentan las dimensiones de la celda final. Cabe señalar que en este análisis preliminar no se están considerando las dimensiones de las zanjas de trabajo diario ni tampoco el terreno que ocuparían las divisiones entre zanja y zanja, y que también permitirían el movimiento de la maquinaria.

El cálculo detallado de las mismas ocuparía aún más área que las 18.818 Has. calculadas. En este cálculo preliminar se propuso un talud de la zanja de 1:3. Por lo anterior, esta alternativa no se considera la adecuada.

Figura 5.1.2 Método de trinchera



El cuadro 5.1.4 ilustra el cálculo del área requerida si se utiliza un procedimiento constructivo combinado. El área necesaria es de 5.856 Has. Incluyendo áreas comprendidas para obras complementarias y de amortiguamiento. Aún cuando el área es mayor que la disponible, es el mejor caso.

**Cuadro número 5.1.4  
Área necesaria para construcción de relleno sanitario  
En forma combinada**

| <b>En forma de Trinchera</b> |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Altura = h=                  | 4 m                        |
| Area 1 =                     | 48,880 m <sup>2</sup>      |
| Area 2 =                     | 38,720 m <sup>2</sup>      |
| Volumen Trinchera =          | 174,651.725 m <sup>3</sup> |
| Área requerida =             | 5.856 has                  |

| <b>En forma superficial</b> |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Altura = h=                 | 12 m                       |
| Area 1 =                    | 48,880 m <sup>2</sup>      |
| Area 2 =                    | 22,016 m <sup>2</sup>      |
| Volumen Superficial=        | 414,374.994 m <sup>3</sup> |
| Volumen total =             | 589,026.719 m <sup>3</sup> |
| Área requerida =            | 5.856 has                  |

$$V = \left(\frac{h}{3}\right) * (A_1 + A_2) + \sqrt{(A_1 * A_2)}$$

Donde,

V: Expresado en m<sup>3</sup>

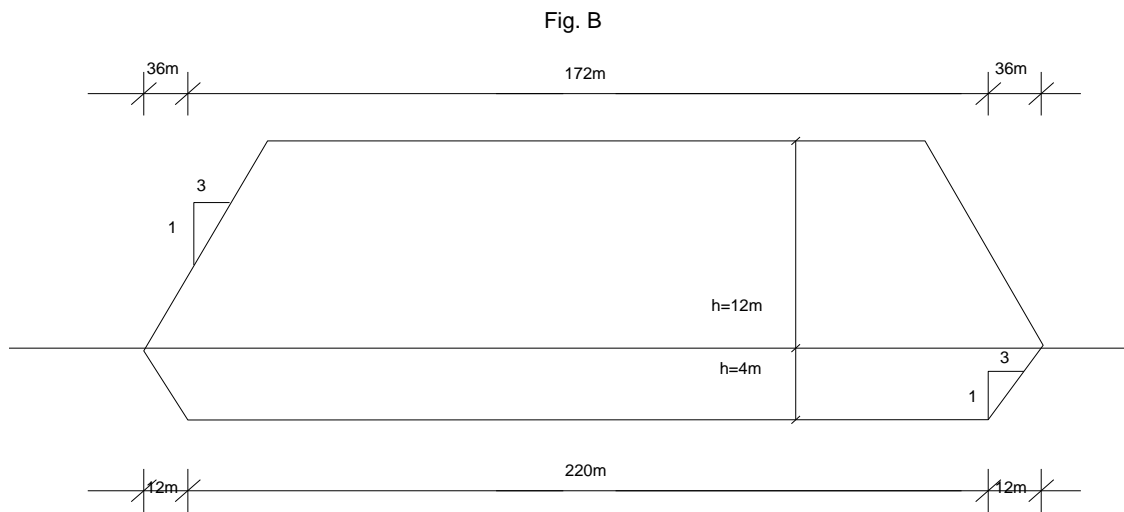
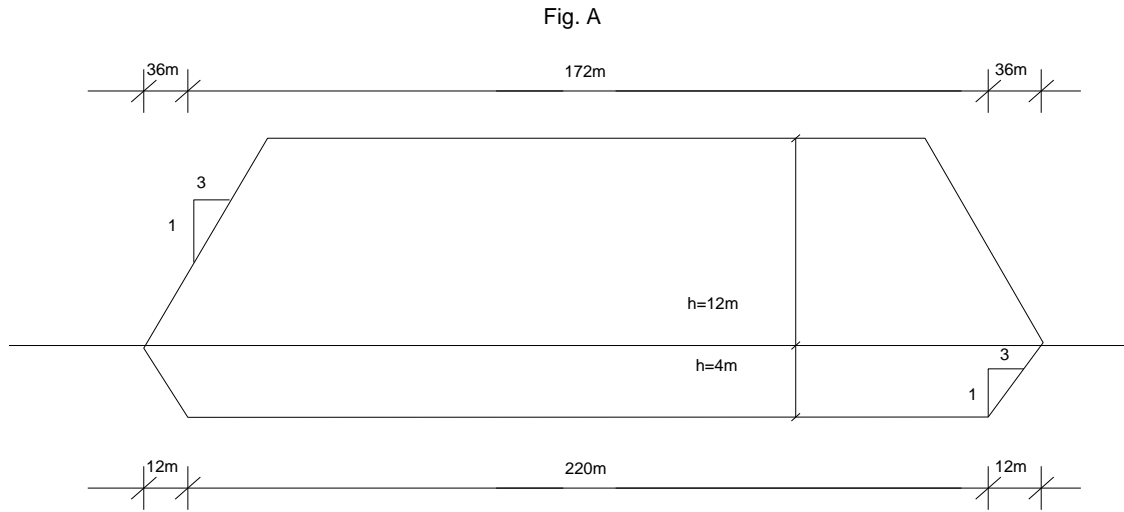
A<sub>1</sub> : Área Inferior del prisma truncado

A<sub>2</sub> : Área superior del prisma truncado

h : Altura del prisma

En las figuras 5.1.3A y 5.1.3B se presentan las dimensiones de la celda final.

Figura 5.1.3 Método combinado



El cuadro 5.1.5 ilustra el cálculo del área requerida si se utiliza un procedimiento constructivo combinado. Utilizando el área actual de 3.860 Has, terreno que se considera para el relleno sanitario, de esta superficie se a descontando el 20% referente a los espacios destinados para la construcción de obras complementarias y de amortiguamiento, lo cual deja solo un área útil de 3.088 Has

**Cuadro número 5.1.5  
Área necesaria para construcción de relleno sanitario  
En forma combinada**

| En forma de Trinchera           |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Altura = h=                     | 4 m                   |
| Area 1 =                        | 5,320 m <sup>2</sup>  |
| Area 2 =                        | 1,320 m <sup>2</sup>  |
| Volumen Trinchera 1 =           | 12,370 m <sup>3</sup> |
| Volumen de las 4 celdas =       | 37,080 m <sup>3</sup> |
| Altura = h=                     | 4 m                   |
| Area 1 =                        | 5,460 m <sup>2</sup>  |
| Area 2 =                        | 1,452 m <sup>2</sup>  |
| Volumen de la trinchera mayor = | 12,970 m <sup>3</sup> |
| Volumen Total de la Trinchera   | 50.050 m <sup>3</sup> |
| Área requerida =                | 3.096 has             |

| En forma superficial  |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Altura = h=           | 12 m                   |
| Area 1 =              | 26,394 m <sup>2</sup>  |
| Area 2 =              | 8,178 m <sup>2</sup>   |
| Volumen Superficial = | 197,055 m <sup>3</sup> |
| Volumen total =       | 247,105 m <sup>3</sup> |
| Área requerida =      | 3.096 has              |

$$V = \left(\frac{h}{3}\right) * (A_1 + A_2) + \sqrt{(A_1 * A_2)}$$

Donde,

V: Expresado en m<sup>3</sup>

A<sub>1</sub> : Área Inferior del prisma truncado

A<sub>2</sub> : Área superior del prisma truncado

h : Altura del prisma

El cálculo de esta área resulta insuficiente para los requerimientos volumétricos, que demandará la población, para disponer en forma adecuada los residuos sólidos generados a lo largo de 10 años, que es el periodo de vida útil que debe ser considerado para el relleno sanitario. Puesto que el área calculada comprende solo el 50% del periodo, será necesario considerar una solución alterna, con la cual sea posible el satisfacer las necesidad éstos requerimientos (ampliar el área de disposición). En este cálculo preliminar se propuso un talud de la zanja de trabajo de 1:3.

### 5.2. - Estudio de población

Para poder establecer la generación esperada de residuos sólidos en el sistema intermunicipal para un periodo de 10 años, en primer termino se determinarán los niveles posicionales de cada uno de los municipios integrantes.

Las estimaciones posicionales se basarán en los resultados de los censos de población y vivienda de 1970, 1980, 1990 y 2000. Así mismo, se utilizó información respecto a las tasas de crecimiento, empleándose como datos específicos los ofrecidos por el Consejo Estatal de Población (COESPO).

Se utilizarán los siguientes modelos de extrapolación:

- M de Crecimiento aritmético.
- M. de Crecimiento geométrico.
- M. de Incrementos Diferenciales

### 5.2.1. - Población Actual.

De acuerdo a los datos censales que, en la República Mexicana que se realizaron en el siglo XX, se realizan cada diez años a partir de 1970 AL 2000, excepto el conteo del 95 del INEGI, se tiene:

#### Población por municipio.

| Año  | ACAJETE | AMAZOC | T. DE HIDALGO |
|------|---------|--------|---------------|
| 1970 | 24,154  | 14,184 | 8,859         |
| 1980 | 33,975  | 23,406 | 11,063        |
| 1990 | 41,227  | 35,738 | 12,153        |
| 2000 | 49,435  | 64,303 | 14,045        |

### 5.2.2. -Población Futura.

En base, a la información proporcionada por los censos, se aplicaron tres métodos analíticos y uno gráfico para estimar la población de proyecto en el año 2010. A continuación se describen cada uno de los métodos analíticos empleados.

#### a) Método de proyección aritmética.

Utilizando la fórmula

$$pf = pi + ka (tf - ti)$$

siendo:

pf – Proyección futura.

pi – Población del último censo.

tf – Año en que se alcanza la población futura.

ti – Año de la población del último censo.

ka – Constante de crecimiento aritmético.

Sustituyendo valores, se obtuvo una población de 157,596 habitantes para el año 2010 en los tres municipios en estudio.

| ACAJETE - AMOZOC - T. DE HIDALGO |              |        |          |                          |
|----------------------------------|--------------|--------|----------|--------------------------|
| a) Proyección aritmética.        |              |        |          |                          |
|                                  | ka1 =        | 982.10 | 922.20   | 220.40                   |
|                                  | ka2 =        | 725.20 | 1,233.20 | 109.00                   |
|                                  | ka3 =        | 820.80 | 2,856.50 | 189.20                   |
|                                  | Ka prom.10 = | 853.65 | 1,077.70 | 164.70                   |
|                                  | Ka prom.5 =  | 837.23 | 1,967.10 | 176.95                   |
|                                  | P2010 =      | 57,807 | 83,974   | 15,815                   |
|                                  |              |        |          | <b>SUMA =</b><br>157,596 |

**b) Método de proyección geométrica.**

Considerando que la tasa de cambio de población  $dp$  en un intervalo de tiempo  $dt$ , es proporcional a  $p$ , se tiene:

$$\frac{dp}{dt} = kg(p)$$

donde:

$kg$  – Constante de crecimiento geométrico.

luego tenemos que:

$$\ln pf = \ln pi + kg(tf - ti) \quad (a)$$

donde:

$$kg = \frac{\ln pf - \ln pi}{tf - ti}$$

Sustituyendo los datos de los censos de 1970 a 2000, tenemos el valor de  $kg$ .

Cambiando símbolos por valores en la ecuación (a), obtenemos una población de 186,886 habitantes por los tres municipios.



## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

| ACAJETE - AMOZOC - T. DE HIDALGO   |          |          |          |                          |
|------------------------------------|----------|----------|----------|--------------------------|
| b) Método de proyección geométrica |          |          |          |                          |
| kg1 =                              | 0.034117 | 0.050088 | 0.022217 |                          |
| kg2 =                              | 0.019347 | 0.042322 | 0.009397 |                          |
| kg3 =                              | 0.018157 | 0.058739 | 0.014469 |                          |
|                                    |          |          |          |                          |
| Kg prom.10 =                       | 0.026732 | 0.046205 | 0.015807 |                          |
| Kg prom.5 =                        | 0.022444 | 0.052472 | 0.015138 |                          |
|                                    |          |          |          |                          |
| P2010 =                            | 61,874   | 108,671  | 16,341   | <b>SUMA =</b><br>186,886 |

**C) Método de incrementos diferenciales.**

| c) Método de incrementos diferenciales. |               |                |                |               |                |                |                  |                |                |
|---|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
|   | POBLACIÓN     |                |                |               |                |                |                  |                |                |
| Año                                     | ACAJETE       |                |                | AMAZOC        |                |                | TEPATLAXCO DE H. |                |                |
|   | Población     | 1a. Diferencia | 2a. Diferencia | Población     | 1a. Diferencia | 2a. Diferencia | Población        | 1a. Diferencia | 2a. Diferencia |
| 1970                                    | 24,154        |                |                | 14,184        |                |                | 8,859            |                |                |
|   |               | 9,821          |                |               | 9,222          |                |                  | 2,204          |                |
| 1980                                    | 33,975        |                | -2,569         | 23,406        |                | 3,110          | 11,063           |                | -1,114         |
|   |               | 7,252          |                |               | 12,332         |                |                  | 1,090          |                |
| 1990                                    | 41,227        |                | 956            | 35,738        |                | 16,233         | 12,153           |                | 802            |
|   |               | 8,208          |                |               | 28,565         |                |                  | 1,892          |                |
| 2000                                    | 49,435        |                |                | 64,303        |                |                | 14,045           |                |                |
| Sumas                                   |               | 25,281         | -1,613         |               | 50,119         | 19,343         |                  | 5,186          | -312           |
| Promedio                                |               | 8,427          | -807           |               | 16,706         | 9,672          |                  | 1,729          | -156           |
| Suma dif.                               |               | 7,621          |                |               | 26,378         |                |                  | 1,573          |                |
| 2000                                    | 49,435        |                |                | 64,303        |                |                | 14,045           |                |                |
|   |               | 7,621          |                |               | 26,378         |                |                  | 1,573          |                |
|   |               |                |                |               |                |                |                  |                |                |
|   |               |                |                |               |                |                |                  |                |                |
|   |               |                |                |               |                |                |                  |                |                |
| <b>2010</b>                             | <b>57,056</b> |                |                | <b>90,681</b> |                |                | <b>15,618</b>    |                |                |

Del método anterior obtenemos que la población para el año 2010 será de 163,355 habitantes por los tres municipios.

## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

**De la gráfica anterior se puede observar que los métodos utilizados en el año 2010 arrojan un valor promedio de 169,279 habitantes que, será la población de proyecto.**

Como puede observarse en la tabla siguiente:

| Promedio de población para los municipios de Acajete-Amozoc-Tepatlxco de Hidalgo. |         |        |                      |                                   |
|---|---------|--------|----------------------|-----------------------------------|
| Elaborado en base, a tres métodos de proyección.                                  |         |        |                      |                                   |
|   |         |        |                      | Población proyectada para el 2010 |
| Método de proyección aritmética   |         |        |                      | 157,596                           |
| Método de proyección geométrica   |         |        |                      | 186,886                           |
| Método de incrementos diferenciales   |         |        |                      | 163,355                           |
|   |         |        |                      |                                   |
|   |         |        |                      |                                   |
|   |         |        |                      |                                   |
| Población promedio para el 2010   |         |        |                      |                                   |
| Finalmente se obtiene   |         |        |                      |                                   |
|   |         |        |                      |                                   |
| Promedio de métodos por año   |         |        |                      |                                   |
|   |         |        |                      |                                   |
| Año   | Acajete | Amozoc | Tepatlxco de hidalgo | Suma                              |
| 2000  | 49,435  | 64,303 | 14,045               | 127,783                           |
| 2001  | 49,968  | 65,838 | 14,156               | 129,962                           |
| 2002  | 51,330  | 70,331 | 14,421               | 136,082                           |
| 2003  | 52,278  | 73,344 | 14,609               | 140,232                           |
| 2004  | 53,226  | 76,358 | 14,797               | 144,381                           |
| 2005  | 54,174  | 79,372 | 14,985               | 148,531                           |
| 2006  | 55,121  | 82,387 | 15,173               | 152,681                           |
| 2007  | 56,069  | 85,400 | 15,361               | 156,830                           |
| 2008  | 57,017  | 88,414 | 15,549               | 160,979                           |
| 2009  | 57,964  | 91,428 | 15,736               | 165,129                           |
| 2010  | 58,912  | 94,442 | 15,925               | 169,279                           |

### 5.3. - Diseño de la Celda Diaria.

El diseño de las celdas se realizará con base a las etapas de construcción. En la primera etapa el relleno sanitario se construirá a través de trincheras, excavando el terreno. Enseguida se presenta el cálculo de la capacidad del relleno en esta primera etapa

- **Capacidad de disposición en trincheras**

El volumen de una pirámide truncada se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) \dots\dots 1$$

En donde:

- V = Volumen (m<sup>3</sup>)
- h = Altura de la pirámide (m)
- A<sub>1</sub> = Area mayor (m<sup>2</sup>)
- A<sub>2</sub> = Área menor (m<sup>2</sup>)

De acuerdo a las **figuras 5.3.1.1 y 5.3.1.3 (Ver Plano método de disposición)**, en las cuatro trincheras especificadas, se manejan tres de un mismo volumen y una mas de un volumen ligeramente mayor, de tal modo, para las primeras se tienen los siguientes datos:

$$\begin{aligned} A_1 &= 34 \times 156 = 5304 \text{ m}^2 \\ A_2 &= 10 \times 132 = 1320 \text{ m}^2 \\ h &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Sustituyendo datos en la ecuación 1, se tiene que el volumen por trinchera es de:

$$V = 12,360 \text{ m}^3$$

El volumen total de las cuatro trincheras es de:

$$V = 37,080 \text{ m}^3$$

Para la trinchera de mayor capacidad, se tiene que:

$$\begin{aligned} A_1 &= 35 \times 156 = 5460 \text{ m}^2 \\ A_2 &= 11 \times 132 = 1452 \text{ m}^2 \\ h &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Sustituyendo datos en la ecuación 1, se tiene que el volumen en esta trinchera es de:

$$V = 12,970 \text{ m}^3$$

Sumando volúmenes, se tiene una capacidad de disposición en trincheras de:

$$V_{Trincheras} = 50,050 \text{ m}^3$$

Este volumen alcanzara para operar el relleno durante poco mas de un año.

La segunda etapa se construirá en forma superficial. Enseguida se presenta el cálculo de la capacidad que se puede tener con una altura final del relleno de 12 m y con una relación de taludes de 1:3

- **Capacidad de disposición en celda superficial**

Para la celda superficial, de acuerdo a las **figuras 5.3.1.1 y 5.3.1.2 (Ver Plano método de disposición)**, se tienen los siguientes datos:

$$A_1 = 166 \times 159 = 26394 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 87 \times 94 = 8178 \text{ m}^2$$

$$h = 12 \text{ m}$$

Sustituyendo datos en la ecuación 1, se tiene que el volumen la capacidad de disposición en la celda superficial es de:

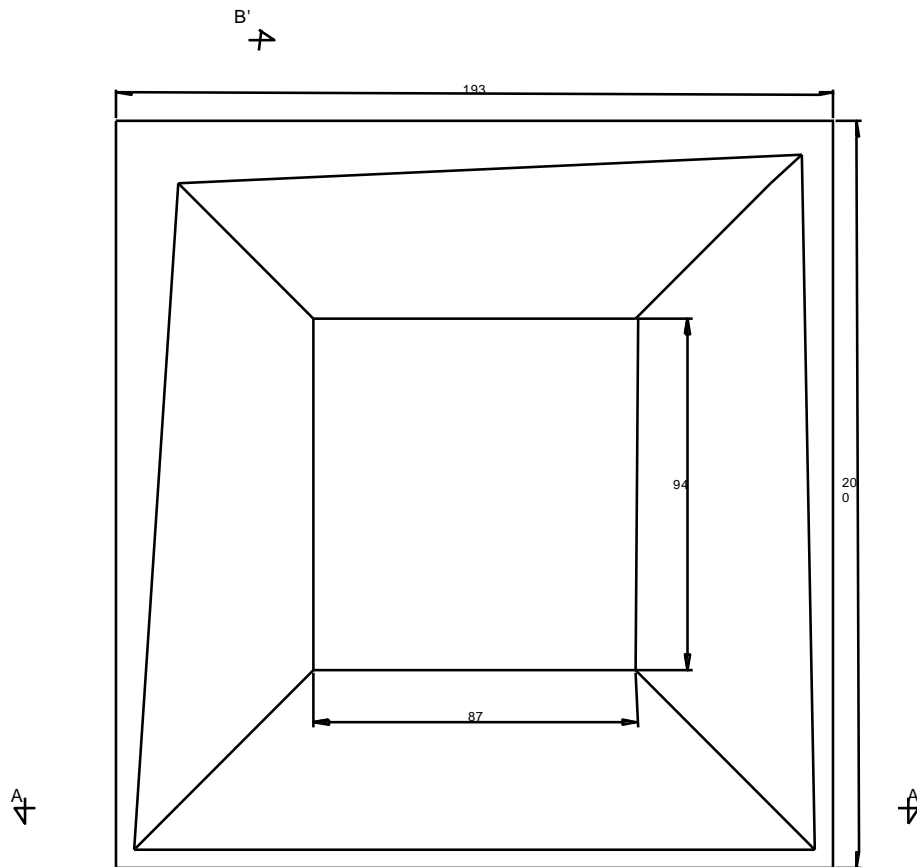
$$V_{superficial} = 197,055 \text{ m}^3$$

Con este volumen se puede operar el relleno por aproximadamente 5 años más, por lo que la capacidad total del relleno se alcanza en aproximadamente seis años

De tal manera, la capacidad de almacenamiento total del relleno sanitario será de:

$$V_{total} = 247,105 m^3$$

Figura 5.3.1.1 Método superficial

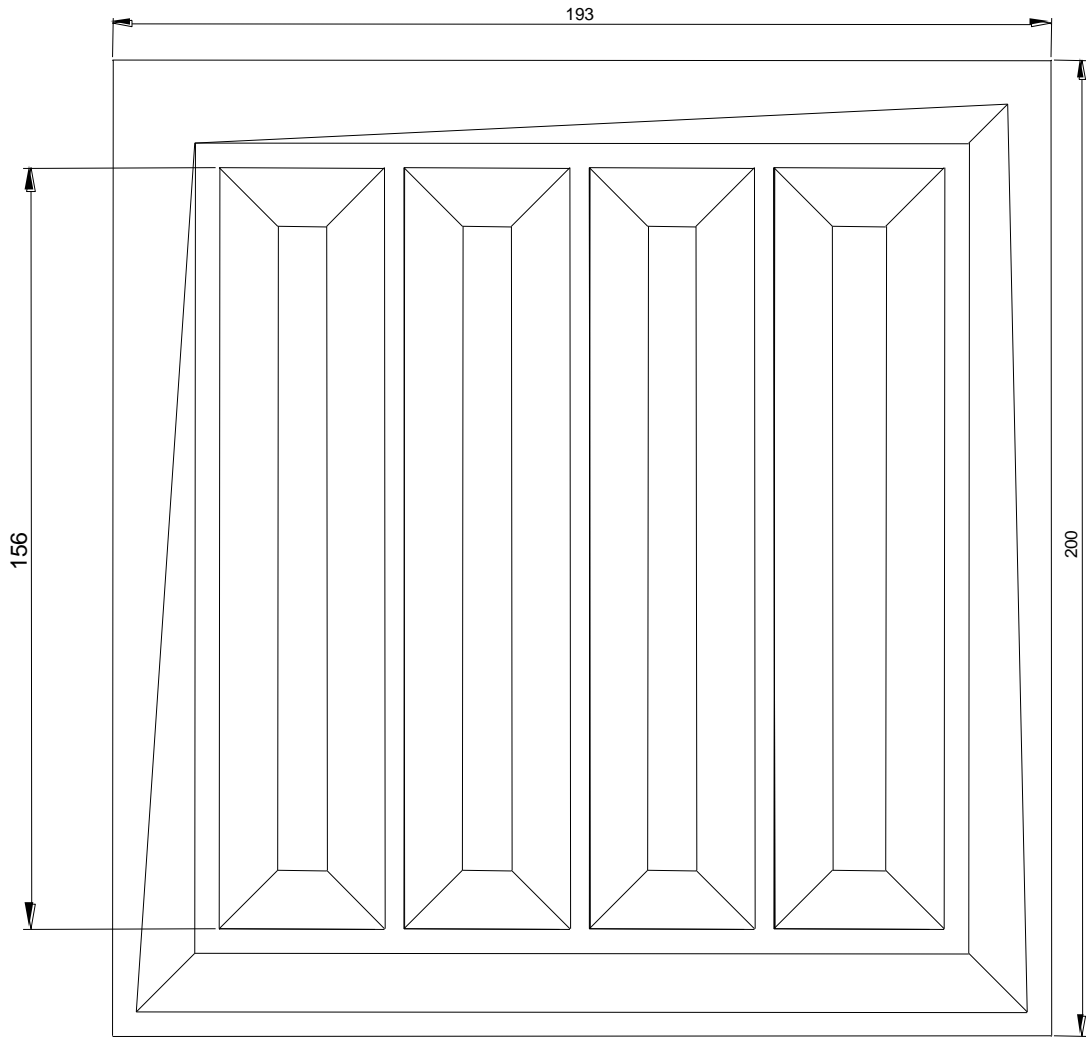


B-B

CELDA SUPERFICIAL  
(planta)

Acotaciones en metros  
Escala 1:1000

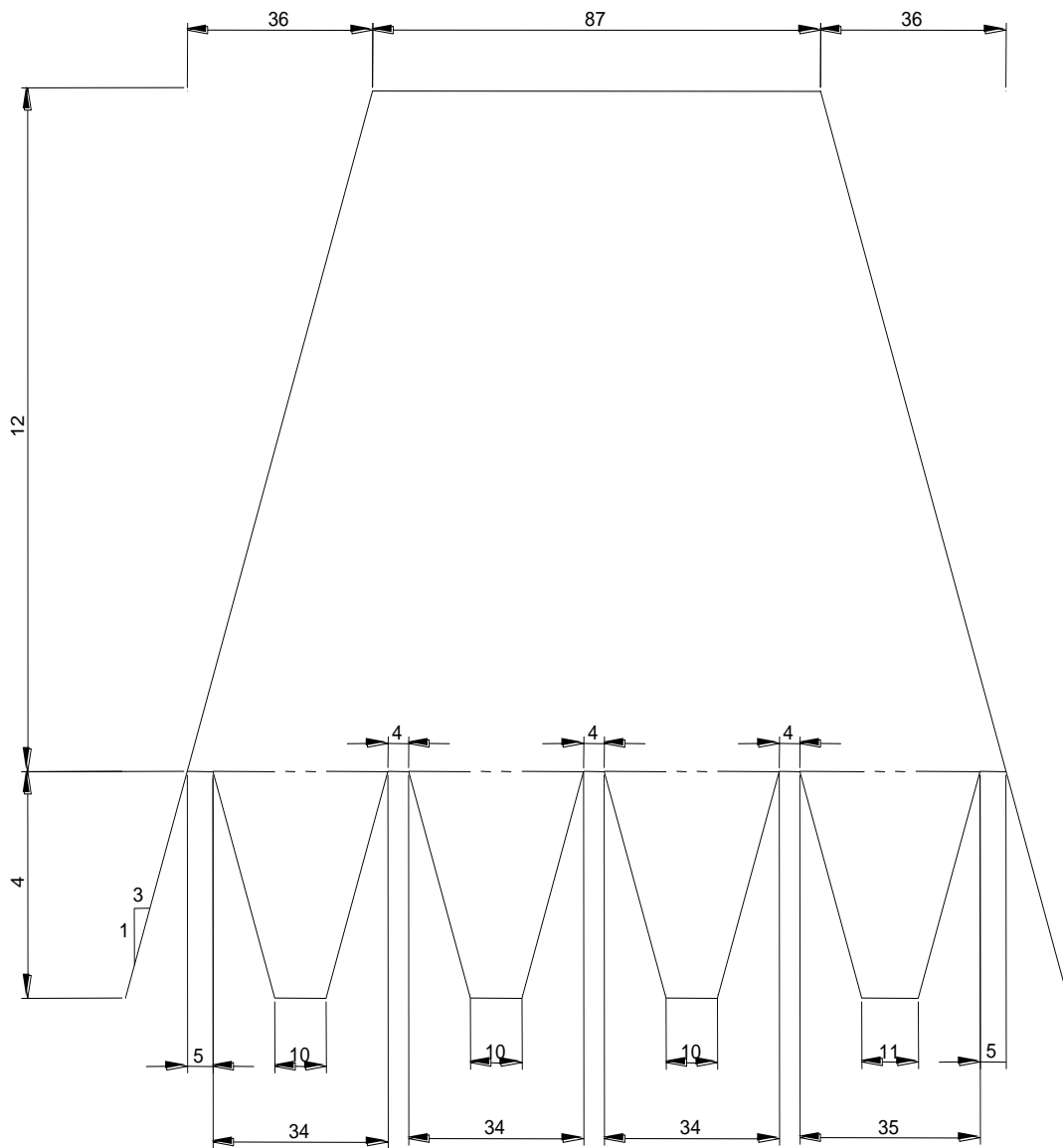
Figura 5.3.1.2 Método trinchera



TRINCHERAS  
(planta)

Acotaciones en metros

Figura 5.3.1.3 Corte A-A'



CORTE A-A'  
Acotaciones en metros



### 5.3.1. - Formulación de parámetros de diseño.

Se denomina celda a la conformación geométrica que se les da a los residuos sólidos municipales y al material de cubierta (tierra) debidamente compactados mediante equipo mecánico.

La celda diaria es la que se constituye con todos los residuos sólidos que ingresan al relleno durante un día.

Los parámetros de diseño de la celda son:

- a) La cantidad de residuos que ingresan al relleno en un día.
- b) La cantidad y el espesor del material de cubierta (tierra).
- c) Peso volumétrico de la basura y del material de cubierta compactados.
- d) Las dimensiones de la celda: altura, largo y ancho del frente de trabajo.
- d) Pendiente de los taludes laterales.

Para el presente proyecto, se tienen los siguientes valores de los parámetros:

- a) Cantidad de residuos esperados, considerando el 100 % de cobertura en la recolección, es de 76,547.62 kg/día en el primer año.
- b) El espesor del material de cubierta se propone de 15 cm de arcilla arenosa compactada.
- c) El peso volumétrico de la basura estabilizada y del material de cubierta compactados se considera de 750 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.2. - Dimensión de la celda diaria.

#### Volumen de la basura

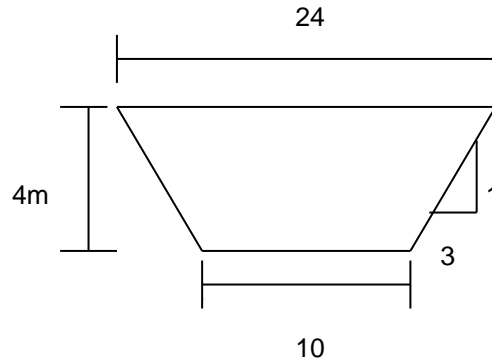
Para el año 2001, se tiene una generación de 76,547.62 kg/día. Considerando para diseño el 100 % de ingreso de los residuos al relleno y tomando un valor del peso volumétrico de los residuos sólidos de 750 kg/m<sup>3</sup>, el volumen diario de residuos es:

$$V = \frac{76,547.62 \text{ kg}}{750 \text{ kg} / \text{m}^3} = 102 \text{ m}^3$$

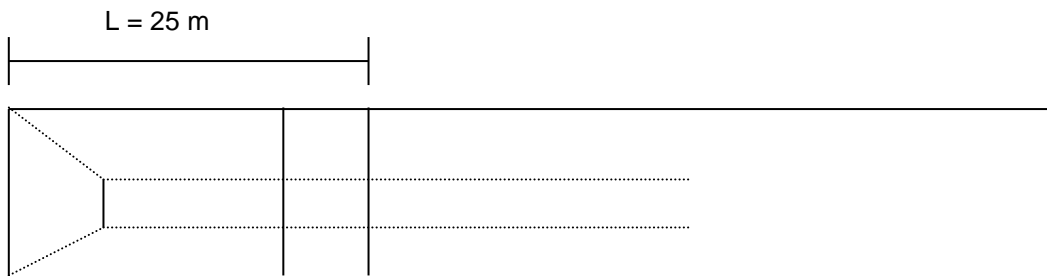
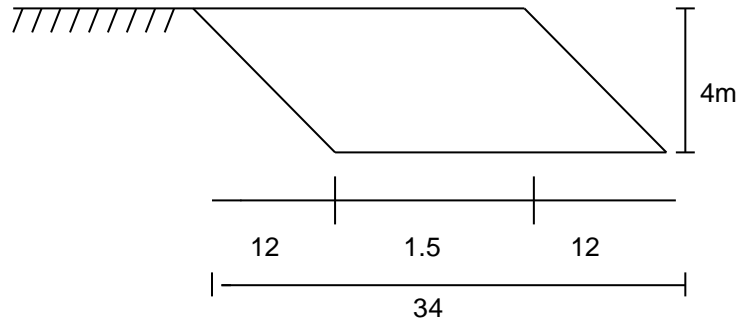
Para la primera etapa de construcción del relleno, a través de celdas, se tiene lo siguiente:

## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

Para las trincheras de sección transversal de base inferior de 10 m, las dimensiones son las siguientes:



El área transversal es de  $88 \text{ m}^2$ . La longitud de la celda diaria es:



Esta longitud de celda diaria, se mantendrá aproximadamente igual hasta la vida útil de la primera etapa que será de aproximadamente poco más de un año y cinco meses.

### **5.3.3. - Relleno para alcanzar niveles.**

La plantilla de las trincheras del relleno sanitario, deberá ubicarse en la cota 2357.20 msnm. Para este fin, se deberá llevar a cabo una excavación aproximada de 45000 m<sup>3</sup> de material para lograr nivelar el terreno en dicha cota. El material extraído de la excavación, será empleado casi en su totalidad para la cubierta de las celdas y para la construcción de los taludes perimetrales.

Para la construcción de los taludes perimetrales se necesitará un volumen aproximado de 25000m<sup>3</sup>, quedando el resto del material disponible para llevar a cabo la cubierta de las celdas diarias.

### **5.3.4.- Procedimientos**

Se deberá iniciar la operación del relleno sanitario con la excavación de la trinchera ubicada en la parte poniente del terreno, avanzando de norte a sur. La excavación se deberá llevar a cabo contemplando las dimensiones de la trinchera especificadas en el diseño, liberando un área en la plantilla tal que permita la libre maniobra de los equipos empleados en el acomodo y compactación de los residuos. De tal manera, el material retirado, producto de la excavación, se empleará para la cubierta de las celdas diarias y para la construcción de los taludes perimetrales que se ubicaran en las zonas más bajas en la parte sur del terreno dispuesto para el relleno.

### **5.3.5.- Vida útil**

Para el cálculo de la vida útil del sitio, se definió su capacidad volumétrica, acumulando el espacio que cada curva de nivel ofrece, a partir del nivel de desplante establecido para el relleno sanitario

El cálculo de la vida útil, resulta de la comparación de las demandas volumétricas para confinar los residuos generados, contra la capacidad volumétrica que ofrece el sitio, de acuerdo a la planeación establecida, descrita anteriormente. De acuerdo a la configuración propuesta, se obtuvieron los siguientes datos:

La capacidad de almacenamiento en trincheras es de 50,050 m<sup>3</sup> de residuos, misma que de acuerdo a la generación de residuos estimada en la zona, será cubierta en un periodo aproximado de 1 año con 5 meses.

La capacidad de almacenamiento superficial es de 197,055 m<sup>3</sup> de residuos, misma que de acuerdo a la generación de residuos estimada en la zona, será cubierta en un periodo aproximado de 4 años con 5 meses.

## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

| VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS |                             |                            |                            |                                |                     |                                |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Año                      | Compactados                 |                            | Estabilizados              |                                | Relleno             | Relleno                        |
|                          | Diario<br>(m <sup>3</sup> ) | Anual<br>(m <sup>3</sup> ) | Anual<br>(m <sup>3</sup> ) | Acumulado<br>(m <sup>3</sup> ) | (DS + MC)<br>Anual* | Acumulado<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 2000                     | 124.16                      | 45,319.50                  | 36,255.45                  | 36,255.45                      | 43,506.53           | 43,506.53                      |
| 2001                     | 127.58                      | 46,566.70                  | 37,253.18                  | 73,508.62                      | 44,703.81           | 88,210.34                      |
| 2002                     | 134.95                      | 49,256.02                  | 39,404.81                  | 112,913.43                     | 47,285.78           | 135,496.12                     |
| 2003                     | 140.47                      | 51,270.09                  | 41,015.99                  | 153,929.42                     | 49,219.19           | 184,715.31                     |
| 2004                     | 146.31                      | 53,402.06                  | 42,721.38                  | 196,650.80                     | 51,265.65           | 235,980.96                     |
| 2005                     | 152.25                      | 55,569.43                  | 44,455.33                  | 241,106.13                     | 53,346.40           | 289,327.36                     |
| 2006                     | 158.28                      | 57,772.20                  | 46,217.56                  | 287,323.69                     | 55,461.07           | 344,788.43                     |
| 2007                     | 164.41                      | 60,010.02                  | 48,007.76                  | 335,331.44                     | 57,609.31           | 402,397.73                     |
| 2008                     | 170.64                      | 62,282.87                  | 49,826.22                  | 385,157.66                     | 59,791.47           | 462,189.20                     |
| 2009                     | 176.96                      | 64,591.86                  | 51,673.27                  | 436,830.93                     | 62,007.92           | 524,197.12                     |
| 2010                     | 183.39                      | 66,935.89                  | 53,548.59                  | 490,379.52                     | 64,258.31           | 588,455.43                     |
| 2011                     | 189.91                      | 69,315.33                  | 55,452.19                  | 545,831.71                     | 66,542.63           | 654,998.06                     |

De tal manera, que la capacidad total del relleno sanitario de 247,105 m<sup>3</sup>, será agotada en aproximadamente 6 años, esta situación comprende solo el 42% del periodo de diseño, para ilustrar esta situación, se presenta el avance de la disposición teórica trimestral para las dos etapas consideradas (trinchera y superficial); como resultado de lo anterior, es necesario considerar una solución alterna, con la cual sea posible el satisfacer la necesidad de éstos requerimientos (ampliar el área de disposición)

Capacidad Disponible = 247,105 m<sup>3</sup>  
 Requerimientos = 588,455.43 m<sup>3</sup>  
 Capacidad Faltante = 341,350.43 m<sup>3</sup>

**Avance teórico trimestral para las etapas de trinchera y de superficie**

| Año  | Etapas                  | Requerimiento de disposición (diario) M <sup>3</sup> | Requerimiento de disposición (trimestral) Compactado M <sup>3</sup> | Requerimiento de disposición (trimestral) Estabilizado M <sup>3</sup> | Requerimiento de disposición Considerando el material de cubierta (trimestral) M <sup>3</sup> | Volumen Anual M <sup>3</sup> | Volumen Anual (Acumulado) M <sup>3</sup> |
|------|-------------------------|--|---|---|---|------------------------------|--|
| 2000 | Trinchera               | 124.16   | 11,338.29   | 9,070.23  | 10876.64  | 43,506.53                    | 43,506.53                                |
| 2001 | Trinchera / Superficial | 127.58   | 11,649.40   | 9,319.52  | 11,175.95   | 44,703.81                    | 88,210.34                                |
| 2002 | Superficial             | 134.95   | 12,322.36   | 9,857.89  | 11,821.45   | 47,285.78                    | 135,496.12                               |
| 2003 | Superficial             | 140.47   | 12,826.39   | 10,261.11   | 12,304.80   | 49,219.19                    | 184,715.31                               |
| 2004 | Superficial             | 146.31   | 13,359.65   | 10,687.72   | 12,816.41   | 51,265.65                    | 235,980.96                               |
| 2005 | Superficial             | 152.25   | 13925.77  | 11,140.62   | 13,336.60   | 53,346.40                    | 289,327.36                               |
| 2006 | -----                   | 158.28   | 14,452.63   | 11,562.10   | 13,865.27   | 55,461.07                    | 344,788.43                               |
| 2007 | -----                   | 164.41   | 15,012.37   | 12,009.90   | 14,402.33   | 57,609.31                    | 402,397.74                               |
| 2008 | -----                   | 170.64   | 15,581.23   | 12,464.98   | 14,947.87   | 59,791.47                    | 462,189.21                               |
| 2009 | -----                   | 176.96   | 16,158.31   | 12,926.65   | 15,501.98   | 62,007.92                    | 524,197.13                               |
| 2010 | -----                   | 183.39   | 16,745.44   | 13,396.35   | 16,064.58   | 64,258.31                    | 588,455.44                               |
| 2011 | -----                   | 189.91   | 17340.79  | 13,872.63   | 16,635.66   | 66,542.63                    | 654,998.07                               |

Por lo anterior, se puede concluir que el único sitio disponible, resulta insuficiente para las necesidades de confinamiento de los residuos generados en los Municipios de Amozoc, Acajete y Tepatlaxco de Hgo.

Como posible solución se propone el acondicionamiento del sitio aledaño al predio, el cual actualmente opera como tiradero Municipal, con esta acción se vería incrementada la capacidad útil del relleno sanitario proyectado. Con la salvedad que en el momento de la apertura del nuevo relleno sanitario, se tomen las medidas pertinentes para realizar los estudios y obras que mitiguen los impactos ambientales producidos por la disposición no controlada de los residuos sólidos que a la fecha se ha llevado a cabo en el tiradero municipal de la población de Amozoc. Para recuperar y poder aprovechar este sitio se deberán de llevar a cabo las acciones siguientes:

Estudio del impacto ambiental ocasionado por la disposición de los residuos (aguas subterráneas).

Todas las fases de la operación, desde el análisis, la selección de área, la preparación del terreno, las obras de infraestructura, la ejecución propiamente dicha, el control, el uso previsto de las áreas recuperadas y su integración al paisaje circundante, deben ser estudiadas y planificadas adecuadamente.

Deberá consignar además las áreas de drenaje de aguas superficiales contemplando un estudio integral de las cuencas de aportes, asegurando así un rápido escurrimiento, evitando así acumulación y probables infiltraciones en zonas bajas.

Estudiada el área destinada a la recuperación del sitio y definido el método a emplear, deberá proceder a subdividir el terreno afectado a fin de establecer la secuencia de la obra que deba ajustarse a las determinaciones topográficas y operativas. De este modo quedarán definidas las unidades de obras.

Se deberá efectuar la extracción de lixiviados estancados en el fondo del terreno, extracción de cobertura térrea contaminada por lixiviados, la Impermeabilización de las celdas de disposición, traslado y compactación de residuos sólidos a la zona impermeabilizada, preparación e Instalación de obras para captación de lixiviados y biogás.

Por razones operativas, el sitio habrá de dividirse por sectores, los que estarán limitados por caminos secundarios, llegándose finalmente a la celda, con una capacidad tal para recibir la descarga de residuos.

Con estas medidas se incrementara el área útil de proyecto para la disposición de los residuos sólidos, y como se menciona anteriormente se deberán tomar las consideraciones, al momento del cierre o clausura del sitio, para así determinar las estrategias a seguir, la cantidad de residuos sólidos a mover, la superficie que se acondicionara , etc.

### 5.4.- Control de lixiviados

Conceptos generales.

Se denomina lixiviado al líquido que se forma por el paso del agua de lluvia o agua metabólica en el estrato de residuos sólidos que conforman las celdas en el relleno sanitario. Para generarse el lixiviado es necesario primero alcanzar el punto de saturación de humedad de los residuos y que siga entrando más el agua al estrato de los residuos, en el paso el agua ya convertido en lixiviado arrastra materiales en suspensión, en solución y una gran variedad de microorganismos existentes en la biomasa de los residuos sólidos, esta situación hace del lixiviado un elemento de gran potencial contaminante, por tal motivo su control se convierte en parte indispensable del diseño del relleno sanitario.

Debido a la importancia que representa el lixiviado sin control como una de las principales fuentes de contaminación del subsuelo, de los mantos freáticos y de los acuíferos, a continuación, se analizan los factores que intervienen en su formación.

El ciclo Hidrológico.

Tomando en consideración la influencia que ejercen las fases que intervienen en el ciclo hidrológico para la formación del lixiviado en el relleno sanitario, a continuación se describen los procesos del ciclo.

Precipitación.

La precipitación es sin duda uno de los factores más importantes del ciclo y proporciona el agua que se filtra en el relleno sanitario; primero, llevando a la saturación el material de cubierta; posteriormente a los residuos sólidos en donde se forma el lixiviado y finalmente al suelo de las capas intermedias del relleno sanitario.

Infiltración.

Es el proceso en el cual el agua de lluvia se introduce de la superficie al estrato de residuos ahí depositados, una vez que ha sido saturada la capa de material de cubierta. Iniciando así el primer paso para la formación del lixiviado.

Percolación.

La percolación, es el movimiento del agua a través del estrato de residuos sólidos, este proceso está directamente relacionado con las características contaminantes del lixiviado que se produce, ya que el paso del agua, algunos materiales se solubilizan y otros son arrastrados en suspensión, estos materiales en conjunto proporcionan las cualidades altamente contaminantes de lixiviado.

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la conjunción de la evaporación, que es la humedad que retorna a la atmósfera, debido a la vaporización del agua de lluvia, influyendo directamente por la

acción de la energía solar. La transpiración es la humedad que retorna al aire como vapor de agua y proviene de la superficie de la vegetación. Aproximadamente, tres cuartas partes de la precipitación total regresan directamente a la atmósfera por medio de la evaporación o la transpiración. La evaporación y la transpiración son difíciles de separar y generalmente se les considera unidas, dando lugar a la evapotranspiración. Este fenómeno es un auxiliar natural que previene la formación del lixiviado, ya que disminuye la cantidad de agua almacenada que puede estar en contacto con los residuos

Escurrimiento.

El escurrimiento, representa el agua que no se infiltra a través de la superficie del suelo y suelo y se transporta libremente sobre el mismo, este proceso en conjunción con la evaporación son los procesos de mayor utilidad en la prevención de la generación del lixiviado.

5.4.1. - Generación de lixiviados.

Existen varias metodológicas para el calculo teórico de la producción de lixiviados en un relleno sanitario, para nuestro calculo se probará el uso del balance de agua en el relleno sanitario y el que considera la utilización de agua en las actividades microbianas que se desarrollan en la estabilización de la materia orgánica presente en los residuos depositados en el relleno sanitario.

**Aplicación del Método de Balance de Agua**

La determinación de la cantidad de lixiviados se realizó usando una metodología basada en el método de balance de agua desarrollado por C. W. Thornthwaite.

A continuación, se presentan las fórmulas empleadas para su determinación:

Precipitación ( $h_p$ ), y se mide en milímetros (mm)  
Escurrecimiento superficial, calculada con la siguiente expresión:

$$E_s = h_p \cdot K_e \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- $E_s$  = Escurrecimiento superficial mensual (mm).
- $h_p$  = Es la altura de precipitación media mensual ( mm).
- $K_e$  = Coeficiente de escurrecimiento que depende del tipo de suelo en estudio, adimensional.

- Evapotranspiración (E), y se mide en milímetros (mm)
- Evapotranspiración potencial ( $E_p$ ), y se mide en milímetros (mm)
- Evapotranspiración real ( $E_r$ ), en milímetros (mm)

Para la medición de la evapotranspiración, C. W. Thornthwaite estableció una correlación entre la temperatura media mensual y la evapotranspiración media mensual proponiendo las siguientes ecuaciones:



$$i = (T_j / 5)^{1.514} \dots\dots\dots (2)$$

$$ET = 16 (10 T / I)^a \dots\dots\dots (3)$$

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij \dots\dots\dots (4)$$

$$a = 0.49239 + 1972.10E-5 I - 771.10E-7 I^2 + 675.10E-9 I^3 \dots\dots\dots (5)$$

Identificando a cada uno de los términos anteriores como:

- ET = Evapotranspiración potencial sin corregir, en mm.
- Tj = Temperatura media mensual, en ° C.
- I = Sumatoria de los índices mensuales de calor tomando meses de 30 días con 12 horas diarias de sol, adimensional.
- ij = Índice mensual de calor, adimensional.
- a = Coeficiente que está en función de la sumatoria de los índices mensuales de calor, adimensional.
- j = Número del mes considerado.

Finalmente se hace una corrección tomando en cuenta la duración real del mes y el número máximo de horas de sol, según la latitud del lugar, mediante la aplicación de la expresión siguiente:

$$ET_p = K_c \times ET \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

- Kc = Es el coeficiente que toma en cuenta la duración real del mes y el número máximo de horas de sol, según la latitud del lugar.
- ET = Evapotranspiración potencial mensual sin ajuste, en mm.
- ETp = Evapotranspiración potencial mensual ajustada, en mm.

Infiltración

$$I_j = h_p - h_p K_e - ET_p \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

- Ij = Infiltración mensual, en mm.
- hp = Altura de precipitación mensual, en mm.
- Ke = Coeficiente de escurrimiento mensual, adimensional.
- ETp = Evapotranspiración potencial mensual, en mm.

El método se debe aplicar para cada uno de los meses del año, estableciendo el balance de agua en la capa de cubierta de las celdas de basura.

El método de balance de agua, determina el agua percolada hacia los residuos sólidos; es de suponerse que las condiciones del suelo deben ser bien definidas, pues son condiciones que pueden afectar la percolación, además que de ello existen varios

## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

coeficientes que serán utilizados en el cálculo, por tanto las condiciones, el tipo y espesor de cobertura, la presencia o ausencia de vegetación y las características topográficas, deberán ser bien definidas.

Los datos de temperatura y precipitación se muestran a continuación:

### Temperatura

Para la determinación de la temperatura media mensual se obtuvo un promedio de las temperaturas media, máxima y mínima en las diferentes épocas del año, en las cuales se observan diferencias considerables. La información fue obtenida de la fuente: Normales Climatológicas del Estado de Puebla, CNA y SARH.

En el Cuadro No. 5.4.1.1, se muestra el resumen de las temperaturas media, máxima y mínima consideradas en la región de estudio.

**Cuadro No. 5.4.1.1  
Valores Promedio de las Temperaturas en la Región de Estudio**

| Temp.[°C]        | Meses |       |      |      |       |      |       |      |       |       |      |       |
|------------------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|                  | ene   | feb   | mar  | abr  | may   | jun  | jul   | ago  | sep   | oct   | nov  | dic   |
| Media            | 14.0  | 15.3  | 17.9 | 19.2 | 19.5  | 18.4 | 17.3  | 17.5 | 17.1  | 17.1  | 15.5 | 14.2  |
| Máxima           | 24.8  | 25.6  | 28.2 | 29.4 | 29.4  | 27.2 | 25.8  | 25.7 | 25.1  | 25.8  | 25.3 | 24.4  |
| Mínima           | 3.4   | 3.0   | 6.1  | 8.1  | 10.0  | 10.5 | 9.3   | 9.3  | 8.7   | 6.7   | 4.2  | 3.3   |
| Promedio Total   | 14.07 | 14.63 | 17.4 | 18.9 | 19.63 | 18.7 | 17.47 | 17.5 | 16.97 | 16.53 | 15.0 | 13.97 |
| Promedio Anual = |       |       |      |      |       |      |       |      |       |       |      | 16.73 |

### Precipitación

En el Cuadro No. 5.4.1.2 se presentan los datos de la precipitación obtenida en la región de estudio.

**Cuadro No. 5.4.1.2  
Precipitación Registrada en la Región de Estudio**

| Precip (mm)      | Meses |      |       |       |       |       |        |        |        |       |       |        |
|------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
|                  | ene   | feb  | mar   | abr   | may   | jun   | jul    | ago    | sep    | oct   | nov   | dic    |
| Máxima           | 82.5  | 29.5 | 33.4  | 81.9  | 152.0 | 256.6 | 227.5  | 480.6  | 301.1  | 149.6 | 142.9 | 37.8   |
| Mínima           | 0.8   | 1.3  | 0.5   | 0.6   | 4.2   | 21.6  | 14.4   | 11.7   | 61.6   | 6.8   | 0.5   | 0.8    |
| Prom. mensual    | 41.65 | 15.4 | 16.95 | 41.25 | 78.1  | 139.1 | 120.95 | 246.15 | 181.35 | 78.2  | 71.7  | 19.3   |
| Promedio Anual = |       |      |       |       |       |       |        |        |        |       |       | 1050.1 |

**Resultados.**

Cálculo de la evapotranspiración potencial ajustada [ETp]

Los datos para este cálculo, se refieren a las temperaturas obtenidas del análisis, las cuales se enuncian en el Cuadro No. 5.4.1.1. Para este cálculo se utilizan las fórmulas 2, 3, 4, 5 y 6; que al aplicarlas, se obtienen los valores presentados en el cuadro No. 5.4.1.3.

**Cuadro No. 5.4.1.3**  
**Cálculo de las evapotranspiraciones potenciales ajustadas (ETp)**

| Mes   | Temp. Media Mensual (°C) | $I = (Tj / 5)^{1.514}$ | $ET = 16 (10 T / I)^a$ (mm) | Kc    | ETp = kc ET |
|---|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-------|-------------|
| Enero   | 14.07                    | 4.79                   | 46.23                       | 1.122 | 51.87       |
| Febrero   | 14.63                    | 5.08                   | 49.38                       | 1.148 | 56.68       |
| Marzo   | 17.4                     | 6.61                   | 66.17                       | 1.204 | 79.67       |
| Abril   | 18.9                     | 7.49                   | 76.09                       | 1.252 | 95.26       |
| Mayo  | 19.63                    | 7.93                   | 81.12                       | 1.298 | 105.29      |
| Junio   | 18.7                     | 7.37                   | 74.73                       | 1.3   | 97.15       |
| Julio   | 17.47                    | 6.65                   | 66.62                       | 1.308 | 87.14       |
| Agosto  | 17.5                     | 6.66                   | 66.82                       | 1.272 | 84.99       |
| Septiembre  | 16.97                    | 6.36                   | 63.43                       | 1.226 | 77.77       |
| Octubre   | 16.53                    | 6.11                   | 60.68                       | 1.174 | 71.24       |
| Noviembre   | 15                       | 5.28                   | 51.50                       | 1.128 | 58.10       |
| Diciembre   | 13.97                    | 4.74                   | 45.67                       | 1.102 | 50.33       |
| I =   |                          | 75.06                  |                             |       |             |
| $a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1792 \times 10^{-5} I + 0.49239 =$ |                          | 1.69                   |                             |       |             |

Cálculo de la altura de infiltración [Ij].

Para ello, son necesarios los datos de precipitación que se encuentran en el Cuadro No. 5.4.1.2.

Además de los datos de precipitación, es necesario según la fórmula No. 6, los coeficientes de escurrimiento superficial, que para nuestro caso, que es un tipo de suelo arenoso, con una pendiente mayor del S = 2%; será de 0.10 a 0.15, como se indica en el Cuadro No. 5.4.1.4.

**Cuadro No. 5.4.1.4**  
**Valores para los Coeficientes de Escurrimiento “Ke”**

| <b>Condiciones de superficie</b> | <b>Pendiente</b> | <b>Coefficiente <math>k_e</math></b> |
|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| Suelo arenoso plano              | S = 2%           | 0.05 – 0.10                          |
| Suelo arenoso medio              | S = 2 – 7%       | 0.10 – 0.15                          |
| Suelo arenosos inclinado         | S = 7%           | 0.15 – 0.20                          |
| Suelo arcilloso plano            | S = 2%           | 0.13 – 0.17                          |
| Suelo arcillosos medio           | S = 2 – 7%       | 0.18 – 0.22                          |
| Suelo arcillosos inclinado       | S = 7%           | 0.23 – 0.35                          |

Fuente: Chow.1974

Según el cuadro anterior, el coeficiente de escurrimiento superficial estará entre 0.10 y 0.15; por lo que se utilizará 0.10 para los meses de sequía y 0.15 para los meses de mayor precipitación, lo cual se presenta en el cuadro No. 5.4.1.5.

**Cuadro No. 5.4.1.5**  
**Determinación del potencial de infiltración en mm**

| <b>Mes</b> | <b>Precipitación Total (mm)</b> | <b>Ke</b> | <b><math>I = hp - hpKe</math></b> | <b><math>ij = I - Etp</math></b> |
|------------|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Enero      | 41.65                           | 0.1       | 37.49                             | 0.00                             |
| Febrero    | 15.4                            | 0.1       | 13.86                             | 0.00                             |
| Marzo      | 16.95                           | 0.1       | 15.26                             | 0.00                             |
| Abril      | 41.25                           | 0.1       | 37.13                             | 0.00                             |
| Mayo       | 78.1                            | 0.1       | 70.29                             | 0.00                             |
| Junio      | 139.1                           | 0.15      | 118.24                            | 19.74                            |
| Julio      | 120.95                          | 0.15      | 102.81                            | 15.67                            |
| Agosto     | 246.15                          | 0.15      | 209.23                            | 124.24                           |
| Septiembre | 181.35                          | 0.15      | 154.15                            | 76.38                            |
| Octubre    | 78.2                            | 0.1       | 70.38                             | 0.00                             |
| Noviembre  | 71.7                            | 0.1       | 64.53                             | 6.43                             |
| Diciembre  | 19.3                            | 0.1       | 17.37                             | 0.00                             |

Determinación del agua que percola a través de la cubierta (Balance de Agua).

En el Cuadro No. 5.4.1.6, se presenta el cálculo de la humedad que con el tiempo se convertirá en lixiviado.

**Cuadro No. 5.4.1..6**  
**Determinación del agua que percola a través de la cubierta**

| <b>Parámetro</b>                       | <b>ene</b> | <b>feb</b> | <b>mar</b> | <b>abr</b> | <b>may</b> | <b>jun</b> | <b>jul</b> | <b>ago</b> | <b>sep</b> | <b>oct</b> | <b>nov</b> | <b>dic</b> |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Infiltración superficial               | 37.49      | 13.86      | 15.26      | 37.13      | 70.29      | 118.24     | 102.81     | 209.23     | 154.15     | 70.38      | 64.53      | 17.37      |
| Evapotranspiración Potencial corregida | 51.87      | 56.68      | 79.67      | 95.26      | 105.29     | 97.15      | 87.14      | 84.99      | 77.77      | 71.24      | 58.10      | 50.33      |
| Potencial de infiltración              | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 19.74      | 15.67      | 124.24     | 76.38      | 0.00       | 6.43       | 0.00       |
| Evapotranspiración real                | 51.87      | 56.68      | 79.67      | 95.26      | 105.29     | 97.15      | 87.14      | 84.99      | 77.77      | 71.24      | 58.10      | 50.33      |
| Percolación de agua                    | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 19.74      | 15.67      | 124.24     | 76.38      | 0.00       | 6.43       | 0.00       |

Se puede concluir, a partir de lo indicado en este cuadro, que el volumen de agua a percolar en un año, será de 242.46 mm (0.242 m), que equivale a 7,472.96 m<sup>3</sup> de lixiviado generado.

$$V = P \times A$$

Donde:

V = volumen de lixiviado, m<sup>3</sup>

P = percolación, m

A = área disponible del relleno, m<sup>2</sup>

$$V = 0.242 \times 30,757.85 = 7,443.4 \text{ m}^3 = 20.4 \text{ m}^3$$

#### 5.4.2.- Sistema de control.

Diseño de los sistemas de captación de lixiviados

Los sistemas de captación de lixiviados deberán ser capas drenantes, ubicadas principalmente en la base del relleno y sobre cualquier capa superior donde se espere tener acumulación de líquidos y estar diseñadas para conducir de la forma más rápida posible el agua libre del relleno hasta cárcamos de bombeo. Estas capas drenantes podrán construirse de tuberías perforadas. Su pendiente mínima debe ser de 0.4% y su conductividad hidráulica de  $1 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/seg para espesores de 0.3 m o bien de  $3 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/seg, para espesores menores.

Por otra parte a la clausura del relleno, se ofrece como la alternativa con mayor viabilidad llevar a cabo la recirculación de los lixiviados, debido a la falta de espacio para instalar una laguna de evaporación; y considerando que éstos no se manejarán en forma externa al sitio aunado a que la recirculación ayudaría a la biodegradación de los residuos Se deberá mantener un registro para conocer la cantidad de lixiviados removidos, ya que la cantidad de lixiviados variará respecto a las estaciones del año y deberá ser monitoreado para asegurar que éste haya sido efectivamente removido. El tiempo de mantenimiento

dependerá en gran medida de las condiciones particulares del sitio, lo que determinará el tiempo de monitoreo y mantenimiento que se lleve a cabo posterior a la clausura del sitio..

Como se menciona anteriormente, posterior a la clausura, se deberá realizar un mantenimiento a largo plazo en el cual no se descuide a los sistemas de control y monitoreo de biogás y lixiviados, ya que éstos requieren de una atención continua durante la operación y una vez que el sitio sea clausurado. Este tipo de sistemas deberán recibir un mantenimiento efectivo para asegurar su adecuado funcionamiento. Dicho mantenimiento contempla la limpieza anual de la tubería de conducción de lixiviados por medio de chorros a presión que serán inducidos por medio de los registros previamente construidos donde se realizaran los monitoreos de dichos lixiviados, la limpieza del carcamo de bombeo y la inspección de la bomba de recirculación será cada dos meses o de acuerdo a las observaciones pertinentes del responsable del relleno sanitario.

El procedimiento de instalación de las líneas de recirculación por celda es el siguiente:

Las tuberías colectores, se colocarán al centro y en sentido longitudinal, de las plataformas que serán preparados en el sitio, para poder operar el relleno, sanitario.

Las tuberías serán de PVC con perforaciones o ranuras al tresbolillo, debiendo alojarse en un canal de sección trapecial, para empacarlas adecuadamente con pedacería de piedra de 5 cm. de tamaño en promedio. La tubería de cada plataforma se interconectará con el resto de ellas, empleando registros colectores, codos o T's, según sea el caso; de donde parta la tubería que conducirá los lixiviados al carcamo de bombeo para su recirculación.

De este carcamo y empleando equipos de bombeo y tuberías móviles, se extraerá el lixiviado, para recircularlo a las celdas de basura, empleando para ello las estructuras para el control del biogás, estas estructuras se compondrán de poliductos flexibles los cuales serán reubicados con forme avance el frente de trabajo, evitando de esta forma la pérdida de los ductos de recirculación.

Finalmente, se debe mencionar que las plataformas para la operación del relleno sanitario, deberán prepararse, buscando dotarlas de una pendiente transversal, de afuera hacia la tubería colectora de lixiviados, de al menos 1%.

### **5.4.2.1- Riego de lixiviados en celdas del relleno sanitario (Recirculación de lixiviados).**

En el estudio y la práctica de la recirculación de lixiviados se ha llevado a cabo en distintos países, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica, en Europa y en algunos países de América Latina como Brasil, Chile y México.

Es claro que el contenido de humedad, es uno de los parámetros más críticos que afectan la descomposición de los residuos sólidos municipales<sup>(1)</sup>, según Nyns<sup>(2)</sup> Sulfita et

---

(1) Balduin, T.D.;Stinton,J;Ham,R.K. "Decomposition of Specific Materials buried Within Sanitary Landfills" Journal of Enviromental Engineering, Vol.,124,Dec.1998, p.p. 1193

al (1992) encontró que la humedad fue importante para la biodegradación de los RSM en el relleno sanitario de Fresh Kills en Staten Island en la ciudad de Nueva York<sup>(3)</sup>

La recirculación de lixiviados en la operación de rellenos sanitarios, no sólo es una forma de reducir la cantidad de lixiviados que se deben extraer del relleno sanitario, sino, también para humedecer y acelerar la biodegradación de la materia orgánica. En seguida se transcribe un texto referente a lo anterior, tomado de la Tesis de maestría de la ingeniería Gloria Inés González López, citada en la referencia <sup>(2)</sup>.

“En los últimos años se han realizado estudios en diversos países encontrándose que la recirculación de los lixiviados incrementa la velocidad de las reacciones que se efectúan sobre la basura, disminuyendo el tiempo que necesita para estabilizarse. Nyns y Gendebien (1992) determinaron, que la humedad es un factor que inhibe este proceso. Por medio de la recirculación puede aumentarse la producción de biogás, debido a que el volumen que se produce, está en función de la mayor o menor actividad biológica que se desarrolle.

De esta manera, según Morelli (1992), las celdas de los rellenos sanitarios se pueden diseñar y operar como productoras potenciales de energía; así, se reduciría el impacto ambiental que provoca el venteo o quemado del biogás, que se realiza en muchos sitios. La masa de materiales enterrados se transformaría en menos tiempo reduciendo los costos a largo plazo que implica las obras que deben seguir realizándose, ya que el biogás puede generarse por más de 30 años, constituyendo un serio riesgo de afectación ambiental.

Desde la década de los 70's en Estados Unidos se han hecho estudios para comprobar las ventajas que proporciona la recirculación de lixiviados (Morelli,1992). Experiencias similares han llevado a cabo en Alemania Doedens y Cord-Landwehr (1987). Los resultados han sido tan alentadores, que la USEPA y varios estados de la Unión Americana han incluido modificaciones en sus regulaciones ambientales, que permiten la construcción de la infraestructura necesaria para llevar a cabo este método, lo cual no se podía realizar antes.

Por otro lado, las investigaciones en el Reino Unido, realizadas por Barber y Maris (1989), encontraron que, además de reducir la cantidad de materia orgánica de los lixiviados, en particular la concentración de los ácidos volátiles, su volumen también puede disminuirse por medio de la evaporación, si se reciclan en forma de “spray” sobre la superficie del relleno. Sin embargo, en experimentos recientes se concluyó que no se resuelve completamente el problema, debido a que:

a) Bajo las condiciones climáticas particulares del Reino Unido, la cantidad de lluvia, excede el potencial de evaporación-epapotranspiración, por lo que el

---

<sup>(2)</sup> Nyns y Gendebren; “Landfillgas: from environment to energy”. European Community. Luxemburg, p 254 en Gonzales López, G.I. “Estabilización acelerada de los residuos sólidos en el relleno sanitario” Tesis para obtener el grado de : Maestría en Ingeniería (Ambiental), marzo,1996.

<sup>(3)</sup> Ibidem ref <sup>(1)</sup>

volumen de lixiviados disponible para reciclar se incrementaría con el transcurso del tiempo, haciéndose necesario un tratamiento adicional para la fracción remanente.

b) Aunque la carga contaminante de los líquidos percolados puede reducirse considerablemente al ser reintroducidos, otros de sus componentes no se remueven de manera significativa, por ejemplo el amoníaco, los cloruros y los metales, en particular.

También en Canadá Baetz y Onysko (1993), reconocieron el potencial que tiene un relleno sanitario como bioreactor, para llevar a cabo la estabilización de los desechos en poco tiempo, aplicando la recirculación de lixiviados.

En experiencias de América Latina, se ha logrado acelerar la estabilización de la basura, recirculando en época de sequía los lixiviados generados, aumentando también las tasas de producción de biogás. Se tienen noticias de que el método se efectúa en el relleno de "Lo Errázuriz", en Santiago de Chile y en el de la ciudad de Campiñas, del estado de Sao Paulo, Brasil (comunicación oral, Sánchez, 1996).

En México, en el relleno sanitario de Puebla, desde hace por lo menos dos años se ha reciclado el lixiviado en forma parcial.

Desde luego es imprescindible efectuar un monitoreo constante tanto de la humedad interna en el relleno sanitario, como a los lixiviados, así como el control de los mismos mediante una adecuada captación, como se ha proyectado. En caso necesario, en el futuro se deberá analizar la construcción de una laguna de evaporación, en terrenos adyacentes, en caso de que la cantidad de lixiviados lo amerite.

Dadas las condiciones de recirculación de los lixiviados generados por la disposición de los residuos sólidos en el relleno sanitario, se tendrá que prestar atención especial en lo que se refiere a los siguientes puntos:

La separación de líquidos, de los sólidos orgánicos creará problemas en el relleno sanitario, al solo utilizar bombas para achique y un cárcamo de bombeo pequeño, donde la permanencia será baja y por tanto la oxigenación insuficiente, este problema será solucionado al momento de bombear y regar la superficie del sitio para favorecer la fermentación y librarse de parte de los lixiviados por evaporación.

Este sistema deberá de cuidar el problema de los olores y gases emitidos, para así poder detectar los Sulfuros de Hidrogeno y de ésta forma constatar que se esta produciendo una reducción anaeróbica de Sulfatos.

Las bacterias desulfurantes están especialmente adaptadas a los productos de la degradación incompleta de los hidratos de carbono, ácidos grasos, oxiacidos, alcoholes e hidrogeno de la fermentación y aunque no se podrán eliminar totalmente los Sulfuros de Hidrogeno, se pueden controlar hasta un nivel natural en el momento que se restituya una degradación superior, mas completa, que dé menos residuos a las desulfurantes.

Otra situación que hay que cuidar al regar con estos lixiviados, es que las bacterias desulfurantes se desarrollarán en un ambiente extremadamente ácido haciendo



imposible todo tipo de vida que no sea el suyo de modo que la degradación será cada vez mas incompleta y su predominio absoluto en perjuicio de todos los demás microorganismos benéficos a los que impiden la vida.

Para poder contrarrestar las situaciones anteriormente descritas se deberán de realizar las siguientes acciones:

Habrà de neutralizarse el PH de los lixiviados antes de recircularlos en el relleno sanitario.

Antes de regar con los lixiviados, ya neutralizado el PH, habrá de efectuarse la inoculación de microorganismos benéficos naturales seleccionados y adaptados para este trabajo, que termine con la realimentación de desulfuricantes.

Finalmente habrá que repartir regularmente en el relleno sanitario, sacos de cal hasta conseguir un nuevo equilibrio que se manifestará en una tendencia a la neutralización del Ph del lixiviado y después mantenerlo.

### 5.4.3. – Cárcamo de bombeo.

El flujo de lixiviados obtenido por medio del balance de agua en el relleno sanitario es de 24 m<sup>3</sup>/d.

El cárcamo tendrá una capacidad para almacenar el volumen de lixiviados generados durante un día, es decir, 24m<sup>3</sup>. Las dimensiones del cárcamo se muestran en el **plano de cárcamo de bombeo**.

Se llevará a cabo un ciclo de bombeo diario, con una duración de una hora, lo que implica que el equipo de bombeo deberá tener la siguiente capacidad:

$$\frac{24000 \text{ l}}{3600 \text{ s}} = 6.67 \text{ lps} .$$

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que el 100% de los lixiviados serán recirculados al relleno sanitario, por lo que la carga estática que deberá vencer la bomba será de 12 m de la altura de la celda superficial del relleno, mas 6.3 m de desnivel entre el espejo de agua en el cárcamo y el terreno, mas las pérdidas por fricción generadas a lo largo de aproximadamente 60m de tubería de PVC de 3”(76mm) de diámetro.

Del principio de continuidad y de la fórmula de Hazen-Williams se tiene que para tubería circular:

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 0.849 C \left( \frac{D}{4} \right)^{0.63} s^{0.54} \dots 1$$

En donde:

Q= Gasto (m<sup>3</sup>/s)  
D= Diámetro de la tubería (m)  
C= Coeficiente de Hazen-Williams (130; PVC)  
S= Pendiente hidráulica (m/m)

Pero, por otro lado:

$$s = \frac{hf}{L} \dots\dots 2$$

En donde:

hf= Perdidas por fricción (m)  
L= Longitud de la tubería (m)

Sustituyendo 2 en 1 y despejando hf se tiene que:

$$hf = \left( \frac{3.597 Q}{D^{2.63} C} \right)^{1.852} L \dots\dots 3$$

En donde:

Q= 0.0067 m<sup>3</sup>/s  
D= 0.076 m  
C= 130  
L= 60 m

Sustituyendo datos en 3 se tiene que:

$$hf= 2.079 \text{ m}$$

Por lo tanto la carga dinámica de bombeo será de 20.40m.

De tal manera, se propone el uso de una bomba sumergible marca IMPEL, modelo A-52-71, de 5 HP de potencia, con una descarga de 3" (76mm) y un punto de operación de 21m y 8lps. (se anexan curvas del fabricante).

### **5.5. - Establecimiento del nivel de desplante para el relleno sanitario y sistema de impermeabilización.**

#### **Definición del nivel de desplante**

La topografía del terreno correspondiente al sitio donde se pretende instalar el relleno sanitario, varía en términos generales desde la cota 2,357.551 m en su parte Sureste, hasta la cota 2,362.2 m en su parte Noroeste. Es importante mencionar al respecto, que varios escurrimientos naturales intermitentes corren hacia la parte baja del sitio.

Por otro lado, el terreno donde se pretende diseñar el relleno sanitario, está constituida por material arenoso. La topografía del sitio, es de lomerío suave y con pendientes bajas.

Ahora bien, puesto que la curva de nivel 2,357.551, no es constante en todo el sitio, ya que en algunos puntos se tienen registradas elevaciones fraccionarias por arriba de dicha curva de nivel, se establecerá como nivel de desplante general del relleno sanitario, dicha cota más el espesor de la obra de ingeniería para impermeabilizar el sitio. (Ver Planos de nivel de desplante).

#### *Establecimiento del nivel de piso terminado final del relleno sanitario*

El nivel de piso terminado del relleno sanitario quedó supeditado al espesor de las capas del relleno sanitario, así como al número máximo de capas que se alojarán en el relleno. De esta manera, el nivel máximo del piso terminado en el relleno sanitario, será de 2,374.2 m. A esta cota, habrá de sumársele la sobre elevación requerida en algunos puntos, para lograr las pendientes establecidas en el diseño, con el fin de canalizar sin problemas y de manera fácil, los escurrimientos pluviales, de tal forma que no provoquen acumulaciones de agua que puedan complicar la operación del relleno. (Ver Planos de nivel de desplante).

Asimismo, a todas las superficies terminadas del relleno, tanto horizontales como inclinadas, se les colocará una capa de tierra negra o material orgánico de 0.30 m de espesor, para propiciar el crecimiento de vegetación, una vez que las etapas del relleno hayan sido concluidas.

#### **Sistema de Impermeabilización**

La impermeabilización del sitio donde se desplantará el relleno sanitario, con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana, NOM-083/ECOL-1996, en lo que se refiere al cumplimiento del valor mínimo establecido para el factor de tránsito de la infiltración, el cual es de  $f = 3 \times 10^{-10} \text{ seg.}^{-1}$ , el cual equivale a que el tiempo de tránsito de cualquier escurrimiento, entre el nivel del desplante del relleno y el nivel freático del agua, sea de 100 años como mínimo; implica que se deba utilizar algún material arcilloso de las inmediaciones del sitio, puesto que fueron identificados bancos de material impermeable, que pueden ser utilizados para atender los requerimientos de impermeabilización que establece la norma referida.

### 5.6. - Evaluación y análisis de la contaminación potencial del acuífero.

La contaminación de acuíferos por infiltración de lixiviados, es una de las mayores preocupaciones que se tienen al proyectar, construir y operar los rellenos sanitarios.

Para evitar la precolación de estos líquidos contaminantes, el fondo y los taludes, deben ser lo más impermeables posible. En el proyecto que nos ocupa la impermeabilización del fondo y de los taludes de las trincheras se realizará con una capa de arcilla compactada de 0.40 m., de espesor. Con ello se evitará en lo más posible la infiltración de estos lixiviados al subsuelo.

Por otra parte para evitar la acumulación de estos líquidos en el fondo del relleno sanitario, se tiene proyectado un sistema de drenaje para captar y conducir a los lixiviados fuera del relleno, hacia un cárcamo de bombeo que los recirculará al mismo relleno para acelerar la biodegradación de la materia orgánica.

Respecto a los acuíferos existentes, en el estudio hidrogeológico que se llevó a cabo como parte de los trabajos requeridos en este proyecto, se menciona que, de los antecedentes de los pozos construidos en la zona urbana de Amozoc, se conoce que el nivel de saturación de agua en el subsuelo, se ubica rebasando los 80 m., de profundidad. Por otro lado, de acuerdo a los sondeos geoelectrónicos realizados en este mismo estudio, en el área del terreno destinado al relleno sanitario, se infirió que existe una capa de suelo formado por arena fina y arcilla de un espesor que va de aproximadamente 1.50 a 10.0 m.; debajo de esta capa subyace una segunda cuyo suelo está formado principalmente por material arcillo-arenoso con fragmentos ígneos ocasionales., esta segunda capa, tiene un espesor que varía de cero a doce metros. Una tercer capa por debajo de ésta, de mayor espesor, está formada por material arcillo-arenoso., la profundidad de esta última varía de 20 a 30 metros aproximadamente. Por último existe una cuarta capa formada por material compacto, probablemente arenas muy compactadas.

En los estratos descritos si bien no son muy impermeables, en el caso de una eventual infiltración de los lixiviados, la llegada de éstos al manto acuífero es muy poco probable, debido a que por una parte, la cantidad de estos líquidos que no se llegaran a captar por medio del sistema de drenaje es muy baja.; por otro lado esa poca cantidad tardaría mucho tiempo en transitar por los estratos areno- arcillosos y prácticamente todos, quedarían retenidos en estas capas debido a su gran capacidad de saturación antes de alcanzar el acuífero que, como se señaló anteriormente, se ha detectado a más de 80 m., de profundidad.

Por lo anterior, se puede concluir que el riesgo de contaminación de este acuífero debido a la migración de lixiviados es muy baja. No obstante es necesario que para cumplir con la normatividad vigente y como parte de las actividades de monitoreo ambiental, se deben analizar análisis físico-químicos y bacteriológicos al agua de los pozos que se encuentren operando en los sitios mas cercanos al relleno durante la operación de la obra y por lo menos cinco años después de su clausura., esto para verificar que no existe contaminación del agua debido a los lixiviados producidos en el relleno sanitario. En el Manual de Operación y Mantenimiento se detallan los procedimientos para el muestreo de agua de estos pozos.

Conforme al alcance establecido en el estudio geotécnico del sito Jocotzingo y los sondeos geofísicos realizados, así como de los antecedentes de pozos de la zona de

Amozoc, fue posible concluir que el nivel freático se halla al menos, a una profundidad mayor a los 80 m y que incluso, es posible que se encuentre a una mayor profundidad.

Así mismo las características físicas y mecánicas del subsuelo, fueron determinadas a un nivel casi superficial, ya que se estableció una profundidad entre los 3.20 m y 3.70 m, para la toma de muestras de suelo, mediante la excavación de pozos a cielo abierto.

Esta situación aunada a los muestreos presenta variadas unidades litológicas. Sin embargo las resistividades acusan solamente la presencia de arena fina-arcilla, arcillo-arena y material semicompacto después de los 40 m de profundidad .

Dados estos resultados, se presume que para cumplir con el factor de tránsito de la infiltración ya mencionado, será necesario utilizar un sistema de impermeabilización a través de un sello de suelo mejorado compactado al 95% de la prueba proctor, localizado en los bancos de materiales de Chachapa, Pue.<sup>1</sup>,

En este sentido, se debe precisar que el análisis del Factor de Tránsito de la Infiltración, es un requisito que establece la NOM-083/ECOL-1996, como parte fundamental para la evaluación del potencial de contaminación que un determinado sitio donde se disponen residuos municipales.

Al respecto, la expresión correspondiente para calcular dicho factor, es la siguiente:

$$F_t = (k \times i) / (u \times d)$$

Donde:

$F_t$ : Factor de Tránsito de la Infiltración, ( $\text{seg}^{-1}$ ).

El valor permisible para este parámetro es:  $F_t \leq 3 \times 10^{-3} \text{ seg}^{-1}$

$d$ : Espesor de la zona no saturada (m)

$u$ : Porosidad promedio de los materiales de la zona no saturada

(adimensional)

$k$ : Conductividad hidráulica promedio de los materiales de la zona no saturada (m/seg).

Los estudios realizados en la región de interés, arrojaron los siguientes valores:

$d = 80$  metros de espesor de materiales semicompactos

$u = 60\%$  (Valor estimado)

$i = 1$  (gradiente unitario)

$k = 5.61 \times 10^{-6}$  m/seg (permeabilidad superficial del suelo en la zona del sondeo No. 1)

Sustituyendo en la expresión del Factor de Tránsito de la Infiltración, tenemos:

$$F_t = (5.61 \times 10^{-6}) / (0.60 \times 80) = 1.16 \times 10^{-7} \text{ seg}^{-1}$$

Por tanto :  $F_t = (1.16 \times 10^{-7} \text{ seg}^{-1}) > F_p (3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1})$

---

<sup>1</sup> Resultados del Estudio de Mecánica de suelos para su aplicación en la construcción de un relleno sanitario ubicado en el Municipio de Amozoc, Laboratorio de Ingeniería, S.A. de C.V. Puebla, Pue.

## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

Con la información obtenida del estudio geotécnico, se determina que el sitio de disposición final elegido para establecer el relleno sanitario intermunicipal; no tiene los atributos naturales que le permitan cumplir con la condicionante correspondiente al potencial de contaminación, que establece el instrumento normativo antes mencionados.

Por lo anterior, para cumplir con el Factor de tránsito de la infiltración de  $3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$ , que permita garantizar que los lixiviados contaminantes no infiltren al acuífero; el sitio debe cubrirse con membranas naturales como ya se indicó, que brinden la impermeabilidad requerida.

Impermeabilización empleando “Barreras Naturales”.

Se deberá colocar una “pantalla” impermeable de suelo compactado al 95% de la prueba proctor, ya que con tal nivel de compactación, según los análisis de laboratorio efectuados, se logra una mayor impermeabilidad. El espesor de dicha pantalla, que asegure el cumplimiento del factor de tránsito de la infiltración, se obtuvo como se muestra en la siguiente tabla, por tanteos, haciendo variar la variable correspondiente al espesor de la “pantalla”, en la expresión utilizada para calcular el mencionado factor de tránsito de la infiltración.

| No. De tanteo | Espesor propuesto para la pantalla impermeable | Cálculo del factor de tránsito de la infiltración ( $\text{seg}^{-1}$ ) (1) | Evaluación del cumplimiento (2)                            |
|---------------|--|---|--|
| 1             | 0.20   | $1.67 \times 10^{-9}$   | $1.67 \times 10^{-7} > 3 \times 10^{-10}$<br>(no cumple)   |
| 2             | 0.40   | $8.3 \times 10^{-10}$   | $8.30 \times 10^{-8} > 3 \times 10^{-10}$<br>(no cumple)   |
| 3             | 1.00   | $3.35 \times 10^{-10}$  | $3.35 \times 10^{-10} > 3 \times 10^{-10}$<br>(no cumple)  |
| 4             | 1.10   | $3.045 \times 10^{-10}$   | $3.045 \times 10^{-10} < 3 \times 10^{-10}$<br>(no cumple) |
| 5             | 1.20   | $2.791 \times 10^{-10}$   | $2.791 \times 10^{-10} < 3 \times 10^{-10}$<br>(cumple)    |

Los valores utilizados para el cálculo del factor de tránsito de la infiltración, fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}
 K &= 1.34 \times 10^{-8} \text{ cm/seg.} \\
 i &= 1 \\
 v &= 40\% \\
 D &= \text{variable}
 \end{aligned}$$

El valor permisible considerado para el factor de tránsito de la infiltración; fue el indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996. ( $t = 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$ ), el cual equivale a un tiempo de tránsito de 100 años.

Según el análisis, antes efectuado, en caso de utilizar materiales naturales, se requerirá una pantalla de suelo de 1.20 m. de espesor, compactado al 95% de la prueba proctor.

### 5.7. - Sistema de control del biogás.

#### 5.7.1. - Generación de biogás.

Después de que los residuos sólidos han sido depositados en el relleno sanitario se inicia una serie de procesos bioquímicos que en un tiempo determinado, dependiendo de la composición, humedad y pH, estabilizarán dichos residuos. Uno de los subproductos más importantes de esos procesos es el biogás.

Biogás, es el término utilizado para llamar a una mezcla de gases compuesta principalmente por metano y dióxido de carbono, complementada con la presencia de óxido de nitrógeno y ácido sulfhídrico.

Los residuos sólidos son depositados en un sitio de disposición final, ocurre una descomposición aeróbica, durante un corto periodo, la cual termina cuando el aire atrapado en los residuos es consumido por la respiración de los microorganismos.

Cuando esto ocurre los microorganismos anaerobios se convierten en dominantes y estos degradan los compuestos orgánicos, principalmente los carbohidratos, para formar ácidos como el acético, propiónico y butírico. Esta producción de ácidos va acompañada por el desprendimiento de bióxido de carbono, hidrógeno y nitrógeno.

Después de que se agota el oxígeno, las bacterias metanogénicas se convierten en activas y descomponen los ácidos orgánicos en metano, dióxido de carbono y agua, estas bacterias son estrictamente anaerobias y la presencia de oxígeno, aun en pequeñas cantidades les resultan tóxicos. Los factores que influyen directamente en la producción de gas son:

- Tamaño y composición física de los residuos sólidos.
- Edad de los residuos sólidos
- Contenido de humedad.
- Temperatura en el sitio de disposición final.
- Calidad y cantidad de nutrientes.
- PH de los líquidos en el relleno sanitario.
- Peso volumétrico alcanzado por los residuos sólidos.

Como ya se mencionó anteriormente, el biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano (CH<sub>4</sub>) y el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); se produce por fermentación de la materia orgánica en ausencia de aire debido a la acción de microorganismos. En los rellenos sanitarios, este proceso anaerobio se realiza en cuatro etapas.

a) Etapa aerobia.- En esta, los compuestos orgánicos complejos, son transformados a compuestos más simples mediante una hidrólisis enzimática, realizada por microorganismos facultativos y aerobios. Puede durar de unos días a varios meses, dependiendo de la velocidad de descomposición. Si los residuos tienen suficiente

contenido de humedad, la descomposición aerobia despojara de oxígeno rápidamente a la parte profunda del relleno sanitario y el proceso entrara en la segunda etapa.

El Producto formado en mayor proporción es el CO<sub>2</sub>.

b) Etapa anaerobia no metanogénica.- En ella ocurre una fermentación ácida o conversión intracelular de los azúcares, péptidos, aminoácidos y otros compuestos, producto de la hidrólisis, dando como resultado una gran cantidad de compuestos, entre los que destacan los ácidos acético y propiónico.

c) Etapa anaerobia con producción acumulativa de metano.- Es en esta etapa cuando los ácidos orgánicos, producto de la fermentación ácida, son transformados a gas metano y bióxido de carbono por un grupo de microorganismos comúnmente llamados metanogénicos, los cuales son estrictamente anaerobios y tienen un alto grado de especificidad en cuanto al sustrato que fermentan. Las bacterias productoras de metano son de la familia Methanococcus, y Methanospirillum. La producción de metano adquiere un carácter francamente ascendente.

d) Etapa anaerobia de régimen permanente.- Se caracteriza por que en ella los porcentajes de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> que constituye al biogás no varían con el tiempo.

Por otro lado, la producción de biogás puede ser controlada por medio de la aplicación de diversas técnicas en la operación de los rellenos sanitarios, por ejemplo incrementando o disminuyendo el peso volumétrico en el sitio, dependiendo de la utilización posterior de los gases generados.

La disposición de residuos sólidos de la industria puede inhibir la descomposición metanogénica, por lo tanto se ha comprobado que el cloroformo tiene efectos directos que van en detrimento de la producción de metano y por el contrario, el agregar lodos orgánicos o residuos agrícolas incrementa la producción al aumentar el contenido de humedad.

Se ha demostrado además que las tasas de producción de gas aumentan después de fuertes lluvias, al penetrar las aguas en las masas de los residuos sólidos e incrementar el contenido de humedad. Aunque en función de la generación de gas esto puede resultar positivo, en cuanto a la producción de lixiviados al aumentar, se presenta la probabilidad de contaminar el manto freáticos con altas cargas de materia orgánica y catiónica.

Debido a lo anterior es muy común que se presenten en algunos sitios de disposición, incendios o explosiones propiciados por la presencia de gas metano, principalmente cuando no se cuenta con un sistema efectivo para el control o la eliminación del mismo.



### 5.7.2. - Características y volumen de gas estimado.

De acuerdo a análisis de laboratorio se han determinado los siguientes componentes:

A) Metano 45-65% del volumen total.

Características:

1. Incoloro
2. Más ligero que el aire.
3. Baja solubilidad en agua.
4. Altamente explosivo en concentraciones entre 5 – 15 % por volumen en el aire.
5. Una chispa o destello de una fuente de calor que exceda los 1.100 F, puede originar una explosión.

B) Bióxido de Carbono 30-60% del volumen total.

Características:

1. Incoloro
2. Mas pesado que el aire.
3. Altamente soluble en agua (forma soluciones de ácidos débiles corrosivos).
4. No flamable.
5. Potencialmente peligroso (una concentración de 10% de CO<sub>2</sub> en una atmósfera pura de oxígeno, puede causar un envenenamiento involuntario).

C) Trazas de Gases (fuente de olores, etc.)

1. Nitrógeno <1-20%
2. Ácido sulfhídrico – trazas
  - a) Mayor fuente de olores - rango de olor 0.0047 ppm
  - b) Producido por sulfatos en rellenos sanitarios bajo condiciones anaeróbicas.
  - c) Los sulfatos pueden provenir de:
    - i) Residuos animales o vegetales.
    - ii) Placas de yeso - sulfato de calcio
    - iii) Infiltración de agua salobre en los residuos
3. Oxígeno y Argón trazas –3%
4. Etano, Etileno, Propileno, Propano y otros productos de digestión anaeróbica de la materia orgánica - trazas.

A continuación se presenta el método estequiométrico para el cálculo del metano, el cual considera la composición química de la materia orgánica:

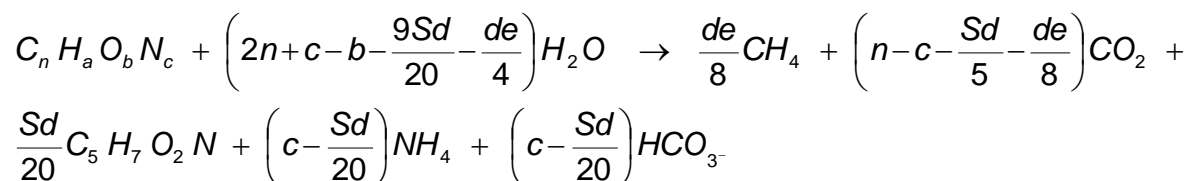
#### **Cálculo del metano por el método estequiométrico**

Al emplear este método se necesita conocer la composición química de la materia orgánica contenida en los desechos sólidos confinados en un sitio de disposición final. Estos desechos se pueden representar por la fórmula mínima que los representa químicamente:



n,a,b,c, dependen de la composición química de los residuos.

Dichos residuos permanecen en la celda hasta que ocurre la siguiente reacción en condiciones anaerobias:



Donde:

C = carbono

H = hidrógeno

O = Oxígeno

N = nitrógeno

N,a,b,c = coeficientes estequiométricos.

$$S = a_e \frac{1 \times 0.2 \times f \phi c}{1 \times f \phi c}$$

Donde:

S = Fracción de la DQO de residuo convertido a materia celular

f = Tasa de decaimiento de la célula (días)

$\phi c$  = Tiempo de retención de sólidos (días)

$a_e$  = S máx. cuando  $\phi c = 0$ .

$$d = 4n + a - 2b - 3c$$

$$e = 1 - S$$

Donde:

e = Fracción de la DQO del residuo que se convierte en metano.

Para este proyecto no se realizaron determinaciones fisicoquímicas de la composición química de los residuos, por lo que para efectos de cálculo se tomarán datos típicos encontrados en proyectos semejantes. Estos datos se muestran en el cuadro 5.7.2.1.

**Cuadro número 5.7.2.1**  
**Composición química de la materia orgánica**

| <i>Elemento</i> | <i>% Peso Húmedo</i> |
|-----------------|----------------------|
| C               | 28.00                |
| H               | 3.50                 |
| O               | 22.4                 |
| N               | 0.33                 |

**Resultados:**

- a) Conociendo el % en peso húmedo de la composición química de los desechos sólidos, se calculan los coeficientes estequiométricos (n,a,b,c) de cada componente.

|   | <i>% Peso Húmedo</i> |
|---|----------------------|
| C | 28.00                |
| H | 3.50                 |
| O | 22.4                 |
| N | 0.33                 |
|   | $\Sigma = 54.23$     |

El % Peso Normalizado de cada componente se obtiene de la siguiente manera:

$$C = \frac{28}{54.23} \times 100 = 51.6$$

$$H = \frac{3.5}{54.23} \times 100 = 6.5$$

$$O = \frac{22.4}{54.23} \times 100 = 41.3$$

$$N = \frac{0.33}{54.23} \times 100 = 0.6$$

Las relaciones molares se obtienen de la siguiente manera:

$$\frac{51.6}{12} = 4.3$$

$$\frac{6.5}{1} = 6.5$$

$$\frac{41.3}{16} = 2.58$$

$$\frac{0.6}{14} = 0.0436$$

Los coeficientes estequiométricos correspondientes son:

$$n = \frac{4.3}{0.043} = 99$$

$$a = \frac{6.5}{0.043} = 149$$

$$b = \frac{2.58}{0.043} = 59$$

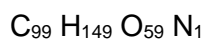
$$c = \frac{0.043}{0.043} = 1$$

En el cuadro 5.7.2.2 se resume la composición química de los residuos

**Cuadro número 5.7.2.2 Composición química de los residuos**

|   | <i>% Peso Húmedo</i> | <i>% Normalizado</i> | <i>Relación Molar</i> | <i>Coef. Est.</i> |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| C | 28.00                | 51.6                 | 4.3                   | 99                |
| H | 3.50                 | 6.5                  | 6.5                   | 149               |
| O | 22.4                 | 41.3                 | 2.58                  | 59                |
| N | 0.33                 | 0.60                 | 0.0436                | 1                 |
|   | $\Sigma = 54.23$     | 100.0                |                       |                   |

Con base en los resultados anteriores la fórmula mínima de los residuos es:



- b) Una vez conocidos los coeficientes estequiométricos, se calcula la fracción de sustrato que se convierte en materia celular, la cual se obtiene de la siguiente manera:

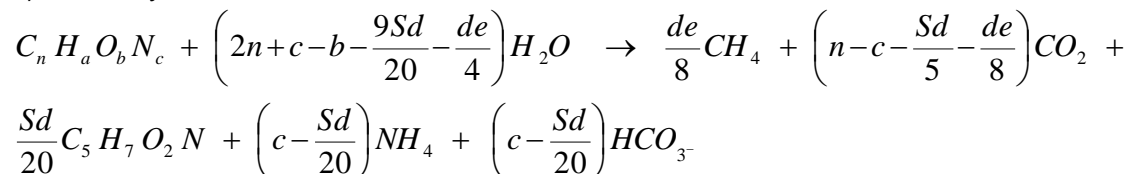
Suponiendo un valor de  $a_e = 0.2$  y  $f = 0.02$  se obtiene:

c) Utilizando el valor de S, se obtiene:

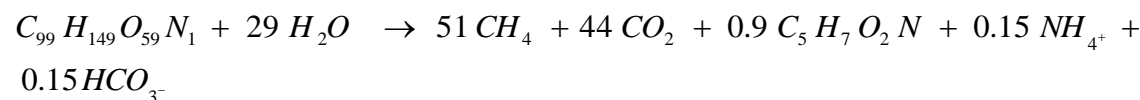
$$e = 1 - S = 1 - 0.04 = 0.96 \text{ (fracción de la DQO que se convierte en gas metano)}$$

$$d) \text{ Siendo } d = 4n + a - 2b - 3c = 4(99) + 149 - 2(59) - 3(1) = 424$$

e) Sustituyendo los valores en la ecuación:



se obtienen los siguientes resultados:



Es decir,

1 mol de materia orgánica + 29 moles de agua confinados en un relleno sanitario en condiciones anaerobias, son transformados a 51 moles de metano + 44 moles de bióxido de carbono + 0.9 moles de materia celular + 0.15 moles de amonio + 0.15 moles de carbonato monohidrógeno o bicarbonato.

f) Transformando estos resultados a unidades de peso:

No. de moles x peso molecular

Donde:

$$\text{Peso molecular (Pm)} = P1(n) + P2(a) + P3(b) + P4(c)$$

P1, P2, P3 y P4 son los pesos atómicos de cada elemento.

Se tiene que:

**Para  $C_{99} H_{149} O_{59} N_1$**

$$Pm = 12(99) \text{ g/mol} + 1(149) \text{ g/mol} + 16(59) \text{ g/mol} + 14(1) \text{ g/mol} = 2,295 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles x Pm} = 1 \text{ mol} \times 2,295 \text{ g/mol} = 2,295 \text{ g}$$

**Para 29  $H_2O$**

$$Pm = 1(2) \text{ g/mol} + 16(1) \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles x Pm} = 29 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 522 \text{ g}$$

**Para 51 CH<sub>4</sub>**

$$Pm = 12 (1) \text{ g/mol} + 1(4) \text{ g/mol} = 16 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles} \times Pm = 51 \text{ mol} \times 16 \text{ g/mol} = 816 \text{ g}$$

**Para 44 CO<sub>2</sub>**

$$Pm = 12 (1) \text{ g/mol} + 16(2) \text{ g/mol} = 44 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles} \times Pm = 44 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 1,936 \text{ g}$$

**Para 0.9 C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N**

$$Pm = 12 (5) \text{ g/mol} + 1(7) \text{ g/mol} + 16 (2) \text{ g/mol} + 14(1) \text{ g/mol} = 113 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles} \times Pm = 0.9 \text{ mol} \times 113 \text{ g/mol} = 101.7 \text{ g}$$

**Para 0.15 NH<sub>4</sub>+**

$$Pm = 14 (1) \text{ g/mol} + 1(4) \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles} \times Pm = 0.15 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 2.7 \text{ g}$$

**Para 0.15 HCO<sub>3</sub>-**

$$Pm = 1(1) \text{ g/mol} + 12(1) \text{ g/mol} + 16(3) \text{ g/mol} = 61 \text{ g/mol}$$

$$\text{No. de moles} \times Pm = 0.15 \text{ mol} \times 61 \text{ g/mol} = 9.15 \text{ g}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula empírica se obtiene:

2,295 g (desechos orgánicos) + 522 g de agua → 816 g de metano + 1,936 g de bióxido de carbono + 101.7 g de materia celular + 2.7 g de amonio + 9.15 g de bicarbonato.

g) Transformando a litros los dos componentes principales del biogás que son el metano y el bióxido de carbono y considerando que 1 mol de cualquier gas = 22.4 lts a temperatura y presión normales, se tiene:

$$51 \text{ mol CH}_4 (22.4 \text{ lts/mol}) = 1,142.4 \text{ lts}$$

$$44 \text{ mol CO}_2 (22.4 \text{ lts}) = 985.6 \text{ lts}$$

h) El volumen de metano y bióxido de carbono producido por peso unitario de residuo compuesto húmedo es:

$$\frac{1,142.4 \text{ lts}}{2.295 \text{ Kg}} \times 0.5423 = 270 \text{ lts} \frac{\text{CH}_4}{\text{Kg de residuos húmedos}}$$

$$\frac{985.6 \text{ lts}}{2.295 \text{ Kg}} \times 0.5423 = 233 \text{ lts} \frac{\text{CO}_2}{\text{Kg de residuos húmedos}}$$

Por lo que el volumen total de biogás producido por Kg de residuo húmedo es:

Total biogás = 270 lts/Kg + 233 lts/Kg = 503 lts / Kg residuo.

Es decir, 503 m<sup>3</sup>/ton.

### 5.7.3. - Captación de biogás.

La presencia de biogás en los sitios de disposición final, es una fuente de problemas potenciales para el ambiente y la salud de la población. Las condiciones de mayor peligro se presentan cuando el metano, componente básico del biogás, se llega a combinar con el aire de tal modo que alcanza concentraciones explosivas.

Además, el bióxido de carbono en solución con el agua subterránea puede producir condiciones ácidas que propician la disolución de los metales pesados en el agua subterránea.

La presencia de otros compuestos en el biogás, pueden causar mal olor, problemas serios de salud pública, daños a la vegetación o problemas por emisiones a la atmósfera. Para el control de biogás en los sitios de disposición final existen prácticamente dos métodos: el control activo y el pasivo.

El primero debido a su alto costo solo es justificables cuando exista alto riesgo a poblaciones vecinas, o cuando se pretenda darle un aprovechamiento. El sistema pasivo es recomendable en lugares donde el riesgo de su migración sea mínimo y no se justifique una elevada inversión para su control.

La construcción de los sistemas pasivo y activo tienen la finalidad de manejar y controlar adecuadamente el movimiento del biogás que se genera en los sitios de disposición final, cuando este ha llegado a su etapa final o bien cuando se tienen serios problemas para lograr su control en el sitio o existen riesgos a la población circundante.

El Sistema Activo, controla el movimiento del biogás mediante una presión negativa inducida (vacío), de tal modo que el gas es extraído del sitio de disposición final.

El sistema pasivo, no es muy efectivo para la remoción de biogás, y cuando este no es removido puede provocar daños a la cubierta vegetal por efecto de los componentes del

biogás sobre las raíces y el follaje, y por consiguiente originar la erosión de la cubierta final del sitio.

La falla de los sistemas pasivos es generalmente atribuida a que la presión del biogás en realidad es muy baja, dentro de los estratos de residuos, para alcanzar los dispositivos de venteo. Otro problema de estos sistemas es que con la variación de alta a baja presión barométrica y viceversa se provoca la entrada de aire cuando la presión barométrica sube.

En lo que respecta a los sistemas de control activos, estos utilizan la succión del gas con ayuda de un soplador logrando con ello un control efectivo de la migración lateral.

Asimismo, esta forma de extracción es ideal para el establecimiento de un sistema de aprovechamiento del biogás, principalmente como una fuente no convencional de energía.

Los sistemas más utilizados para el venteo del biogás en nuestro país, son los pozos implementados con el sistema pasivo debido a que relativamente son más fáciles de construir y económicamente más baratos.

Estos son construidos frecuentemente durante el depósito de los residuos sólidos en el sitio de disposición final, con el propósito de economizar en su construcción; sin embargo, durante las operaciones se corre el riesgo de que dichos pozos sean dañados y por consiguiente no sean confiables para el venteo de los gases una vez que el sitio ha sido clausurado.

En nuestro caso, se recomienda la construcción de estos pozos, cuando se alcance el nivel deseado y una vez que se ha logrado conformar el sello final del sitio. El radio de influencia de los pozos de venteo normalmente dependen del grado de compactación y tipo de residuos sólidos, así como a la profundidad del pozo. Considerando que dentro de los estratos de residuos sólidos no existe homogeneidad de residuos, el cálculo para determinar la ubicación de los pozos de venteo es complejo llevarlo a cabo. De acuerdo a datos bibliográficos estiman que el número de pozos de venteo por un sistema pasivo, será de 2 a 6 unidades por hectárea, o un pozo de venteo por cada 7,500 m<sup>3</sup> de residuos sólidos.

De acuerdo a las condiciones que prevalecerán en este sitio se propone el empleo del sistema pasivo para la extracción y control de biogás, proponiendo la construcción de los pozos de venteo con un radio de influencia de 50 metros.

La construcción de los pozos de venteo, consistirá en una perforación de 40 a 60 cm. de diámetro a una profundidad máxima del 75 % del espesor de residuos sólidos, en la cual se colocara un tubo ranurado de PVC o preferentemente de material de polietileno de alta densidad (PEAD), con un diámetro de 10 cm y empacado con grava o tezontle de un diámetro controlado de 2" como mínimo.

En la parte superior del pozo se coloca un sello con arcilla, bentonita, mezcla de suelo cemento o cualquier otro material impermeable que evite la salida descontrolada del biogás o la entrada de agua hacia el interior del pozo, logrando con esto un mejor venteo del gas, además de evitar la generación de lixiviados.

Los pozos de extracción de biogás activos, tienen las mismas características que los pozos pasivos, excepto que el espesor del material de sello es mayor y la parte ranurada o



perforada del tubo para la captación del biogás, se encuentra a una mayor distancia de la superficie, además de que se encuentra conectado a una red principal para su captación.

Las diferencias señaladas obedecen a la necesidad de evitar la intrusión de aire al sistema, debido a que el sistema estará bajo presión.

Cabe destacar que la grava que se coloca en el pozo, tiene el objetivo de permitir la entrada del biogás al tubo de captación, así como, permitir la distribución uniforme del vacío a lo largo del mismo.

Por otra parte además de existir el riesgo inminente de la inflamabilidad del gas metano, existe un riesgo adicional por la presencia de componentes orgánicos volátiles, que además de ser los responsables directos de los olores desagradables, también representa un impacto severo en la salud del ser humano.

Por lo tanto es indispensable, adicionar un dispositivo que permita la oxidación de dichos compuestos volátiles y la eliminación de olores desagradables, esto se logra con la adaptación de quemadores en los pozos individuales y al final de la red.

En lo que respecta a la perforación de los pozos en general, se deberán tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- El personal encargado de esta actividad, deberá protegerse con mascarillas con filtro de carbón activado, para evitar la inhalación de los gases que se desprenderán durante la perforación de los pozos, ya perforados, por la falta de oxígeno.
- El equipo recomendado para este tipo de trabajos es el CADWELL rotatorio.
- Se deberá verificar una completa verticalidad del equipo antes de iniciar la perforación.
- Se iniciara la perforación vertical con broca tipo AUGER de 60 cm de diámetro y 1.0 m de longitud como máximo, en los puntos marcados y con la profundidad señalada en el proyecto, aproximadamente el 75 % del espesor de residuos sólidos.
- Una vez perforados los primeros cinco metros con la broca AUGER, se procederá a rimar el pozo con el bote CADWELL de 40 cm de diámetro, y así sucesivamente hasta la profundidad del proyecto.
- Una vez terminada la perforación se deberá de tener habilitada la tubería para facilitar las maniobras y evitar que el pozo se azolve.
- Cuando se encuentren llantas en el proceso de rimado se deberá utilizar la broca AUGER para recuperar la llanta.
- Si durante la perforación inicial se encuentran rocas o fragmentos de concreto se utilizara la cuña del barretón.
- Para el retiro de los materiales producto de la perforación se recomienda un traxcavo, o si se lleva a cabo la forma manual, se recomienda utilizar un biello.
- Se deberán, colocar señales preventivas de 0.60 x 0.60 m de lamina con las leyendas "Peligro Excavación Profunda" y "No Fumar", equidistantes a la perforación.
- Se empleara ademe recuperable, cuando así se requiera.

El número de captadores de biogás es de 16.00.

Sin embargo se considera una por trinchera. Por lo tanto se tendrán 22 estructuras, las cuales se presentan en el plano correspondiente.

En el plano de arreglo general, se indica la ubicación de las estructuras para biogás y distribución en el sitio.

### 5.8 Sistemas de monitoreo

El sistema de monitoreo de biogas será utilizado para aquellos rellenos sanitarios que sean construidos en oquedades, barrancas depresiones, zanjas, etc., o en el caso que exista el contacto directo de los residuos sólidos con paredes, en las cuales se pueda presentar la migración de biogas de forma horizontal.

Los sistemas de monitoreo para identificar la migración de biogas estará integrado por pozos distribuidos a lo largo del perímetro del relleno sanitario.

Estos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo y a una distancia mínima de 2 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.

Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar de por lo menos 3 pozos de muestreo que se sitúen uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 500 m. antes de llegar al sitio del relleno sanitario otro a 500 m. aguas abajo del sitio, y el último en el sitio del relleno.

Los pozos que se ubican fuera del relleno sanitario deberán profundizar 2 m. dentro del acuífero y el nivel o base del relleno.

La construcción de los pozos de monitoreo para lixiviados deberán realizarse únicamente con materiales y técnicas que aseguren la no contaminación del acuífero, y podrán ser de un diámetro mínimo, que permita la introducción y recuperación del sistema muestreador debiendo ser este último resistente a la corrosión.

## 5.9 Obras Complementarias

### Introducción

El relleno sanitario intermunicipal deberá de contar con las obras complementarias que le correspondan de acuerdo a la normatividad especificada en el proyecto de norma PROY-NOM-084-ECOL-1997, de la cual se realiza la especificación en el cuadro 5.9.1 de las instalaciones requeridas, de acuerdo a la densidad de población por atender.

**Cuadro 5.9.1.**  
**Obras complementarias a realizarse de acuerdo al rango de población**

| <i>Instalación de Relleno Sanitario</i>          | <i>Número de habitantes</i> |
|--|-----------------------------|
|  | <b>50-200 mil</b>           |
| Area de acceso y espera                          | •                           |
| Cerca o area perimetral                          | •                           |
| Caseta de vigilancia                             | •                           |
| Caseta de pesaje y básculas                      | •                           |
| Vialidades                                       | •                           |
| Caminos de acceso e interiores                   | •                           |
| Guarniciones                                     | •                           |
| Alcantarillas                                    | •                           |
| Area de emergencia de disposición final          | •                           |
| Drenajes perimetrales e interiores               | •                           |
| Instalación de energía eléctrica                 | •                           |
| Pozos de monitoreo para lixiviados               | •                           |
| Señalamientos fijos y móviles                    | •                           |
| Sistema de captación de biogás                   | •                           |
| Area de amortiguamiento                          | •                           |
| Almacén y cobertizo                              | •                           |
| Area administrativa                              | •                           |
| Servicios sanitarios                             | •                           |
| Sistema de monitoreo de biogás                   | •                           |
| Sistema de captación y tratamiento de lixiviados | •                           |

♦ Obra obligada de acuerdo al Proyecto de Norma-084-ECOL.

### **Monitoreo Ambiental en Rellenos Sanitarios**

Especifica la instrumentación de un programa de monitoreo, así como la determinación de los parámetros, equipos, técnicas a emplear y las frecuencias de monitoreo, de los principales contaminantes generados en el relleno, dentro de los cuales se encuentran los lixiviados y el biogás.

La construcción de los pozos deberá realizarse con materiales y técnicas que aseguren la no contaminación del acuífero y podrán ser de un diámetro mínimo, que permita la introducción y recuperación del sistema muestreador debiendo ser este último resistente a la corrosión.

Los pozos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo, a una distancia mínima de 2 m del límite de los residuos sólidos y su profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más 1.00 m.

### **Instalaciones**

Se contará con áreas de acceso y espera que tienen como propósito el control de entradas y salidas del personal y de los vehículos de recolección, al frente de trabajo se deberá tener un área de espera con la capacidad suficiente para el estacionamiento de los vehículos recolectores y de transferencia en la hora pico, para la implementación de estas áreas y debido a la escasa superficie del sitio, será necesario el utilizar el acceso principal como área de espera.

Se hará un control del peso de la basura mediante una báscula tipo industrial donde se llevará la estadística de tonelaje que se ha depositado en el relleno sanitario, esta bascula deberá tener una capacidad de por lo menos 50 toneladas, la cual será ubicada en una superficie de aproximadamente 90 m<sup>2</sup>, localizada ésta en la parte Noreste del sitio, ocupando el carril derecho del acceso al relleno.

Los caminos deben diseñarse hasta la ubicación del relleno, siendo transitable todo el tiempo y con un diseño apropiado para el tráfico del número de los viajes esperados, especificando las obra de drenaje, cunetas, radio de las curvas, ancho de las vías y superficie de rodamiento, sin olvidar los caminos interiores que se deben ir modificando de acuerdo al avance del relleno.

Para protección del relleno se colocará una cerca metálica (malla ciclónica) hasta una altura de 2.30 metros.

Los señalamientos pueden ser temporales y definitivos, los cuales servirán para facilitar la operación y prevenir accidentes, el sistema debe basarse en la simbología nacional, en la cual incluya figuras y colores fácilmente entendibles; las señales deben colocarse en lugares visibles y a distancias apropiadas que no permitan lugar a dudas; deben estar hechos de material resistente a las condiciones del lugar; y colocarse en sitios donde no obstruyan la operación.

Se diseñarán casetas, baños, almacén de maquinaria y de herramienta, todo esto en función de la vida útil de operación del relleno sanitario, los cuales deberán contar con

todos los servicios para funcionar adecuadamente, tales como energía eléctrica, fosa séptica, agua y aire acondicionado de ser necesario.

El proyecto paisajístico se fijará de acuerdo al diseño arquitectónico, cuidando el aspecto estético y ecológico del sitio, para que armonizar con el medio ambiente, evitando impactos visuales negativos.

Para establecer los lineamientos a seguir, así como las normatividades aplicables para el desarrollo de la ingeniería y arquitectura con sus características formales, dimensionales, operacionales y materiales de los edificios, se describe el proyecto arquitectónico de la manera siguiente:

### Descripción del proyecto

### Datos climatológicos

Los datos climatológicos del lugar están marcados en el documento de datos principales del sitio localizados en el apartado no 1.1.2.1, estos datos climatológicos serán parte fundamental para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle de los edificios.

### Normas, Reglamentos y Especificaciones

El desarrollo de la ingeniería básica y de detalle, se regirá por los siguientes normas, reglamentos y especificaciones en el diseño arquitectónico de los edificios:

Reglamento de Construcciones del municipio de Puebla.  
Manual de Diseño de Obras Civiles de C.F.E.  
Norma Oficial Mexicana NOM-083/ECOL-1996

### Requerimientos del relleno sanitario

La propuesta de ubicación de los edificios de administración y laboratorio es en la parte Norte en el predio aledaño, utilizado hasta la fecha como tiradero, ya que con esto los edificios quedan libres de los olores y acumulación de polvos

Los edificios de mantenimiento y operación para servicio de los camiones se localizarán cerca del tiro del relleno sanitario.

Alrededor del predio se localizará un cinturón verde, con un ancho de 5 metros que ayudará a proteger, mantener y mejorar el entorno natural que se tiene actualmente.

El ingreso y salida al sitio será por la parte norte del predio, esto para realizar maniobras en los menores tiempos posibles.

El cárcamo de bombeo, para la recirculación de lixiviados se proyecta para un gasto de 6 lps, éste será ubicado en la parte Norte del relleno, alrededor se colocará una malla metálica para evitar cualquier invasión o contingencia.

Se localizará una báscula en el acceso principal, su sistema será electrónico y la capacidad estimada será de 50 toneladas.

Edificaciones y accesos

Los elementos que intervienen en la composición de todo el conjunto son:

### **Caseta de acceso**

Se tendrán una caseta de acceso para el control y acceso de los vehículos y personal operativo y de administración, con dimensiones de 3 x 5 m, la cual constara de vestíbulo oficina y un ½ baño.

Acceso de vehículos de recolección.

La puerta principal se localizará en la parte Noreste del predio, dicha puerta será de doble abatimiento y tendrá un ancho de 9 x 3 m de alto. Dicho acceso estará resguardado por personal de vigilancia, encargado de autorizar el acceso y la salida del predio del relleno sanitario.

### **Báscula industrial y caseta de control**

La báscula tendrá la función de realizar los pesajes de los vehículos de carga que llegarán con la basura recolectada en las estaciones de transferencia, este control electrónico será llevado a cabo dentro de la caseta de control.

### **Edificio Administrativo**

En este edificio se ubicará al personal de administración y supervisión que llevará a cabo los trabajos de manejo y control de la planta del relleno sanitario.

### **Sanitarios y Vestidores**

Se dispondrá de sanitarios y vestidores para el personal que laborará

### **Estacionamiento**

Se dispondrán áreas donde puedan estacionarse los vehículos tanto de carga como supervisión y de visitantes, éstos serán colocados estratégicamente dentro de la planta.

### **Edificios de operación y mantenimiento**

Se ubicarán dentro de la planta y tendrán la función de mantenimiento, almacenaje, reparaciones menores, lavado y alojamiento de sistemas de recuperación así como el equipo eléctrico.

### Área de maniobras

Se dispondrán áreas de maniobras de los vehículos dentro de las áreas en que se ubiquen los edificios de operación y mantenimiento.

### Servicios

La planta contará con instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y mecánicas para el funcionamiento adecuado de cada una de las áreas donde se alojen.

### Cerca Perimetral

El relleno sanitario municipal deberá estar delimitado por una cerca de alambre de púas de 2.30 m de alto, a partir del nivel del suelo, con postes de concreto o tubos galvanizados cédula 40, debidamente empotrados y colocados a cada 3 m entre si y ubicada aproximadamente a 10 m del límite virtual del relleno sanitario. Las cantidades de obra estimadas son las siguientes:

|                  |       |     |
|------------------|-------|-----|
| Postes           | 262   | pza |
| Alambre de Púas  | 6,240 | ml  |
| Cerca Perimetral | 786   | MI  |

### Alcantarillas

Las alcantarillas son estructuras para llevar un canal o dren bajo una vía de comunicación cuando la rasante de la vía es lo suficientemente alta y se evita la construcción de otra estructura. Con las características del dren o canal, se procede a determinar la sección geométrica de la alcantarilla, eligiendo la sección circular para este proyecto.

Hidráulicamente, en las alcantarillas la tubería que trabaja como canal se utiliza en el caso de drenes. El diámetro mínimo será de 762 mm (30") para tubos precolados , y de acuerdo al gasto máximo obtenido serán el número de líneas a colocar.

Considerando una rugosidad de 0.013 para tubos de concreto, y una pendiente de 0.001 para un diámetro mínimo de 30", tenemos un gasto de 2.33 m<sup>3</sup>/s, que se adapta perfectamente a los gastos máximos obtenidos para las canaletas, previendo azolves por acarreo de sólidos.

El colchón mínimo de terrecería a considerar será de 60 cm a la rasante del proyecto del camino

### **Dimensionamiento de edificios**

**Para los diferentes edificios se tendrán las siguientes dimensiones estimadas:**

Edificio de oficinas y laboratorio de 6.5 x 6.5 m de ancho (1 solo nivel), con altura interior de 3.0 m y exterior de 5.0 m. (ver plano anexo)

Edificio de bodega 12.5 x 3 m de ancho (1 solo nivel), con altura interior de 3.0 m y exterior de 5.0 m

Cobertizo para equipo de 6.0 x 12.5 m de ancho (1 solo nivel), con altura interior de 4.0 m de altura y exterior de 6.0 m

Edificio de baños y vestidores de 12.5 m x 5.5 m de ancho (1 solo nivel), con altura interior de 2.5 m.

La caseta de vigilancia de 5.0 x 3.0 de ancho (1 solo nivel), con altura interior de 2.5 m.

### **Estructura de los edificios**

En cuanto a la construcción de los edificios será convencional considerando muros de tabique de barro rojo común con aplanado fino, zoclo vinílico de 10 cm. celosía comercial de barro, y plafón de tirol planchado sobre repellado.

### **Acabados**

En los sanitarios y vestidores los recubrimientos en pisos serán con loseta de 20 x 20 cms., en acabado antiderrapante, juntas a hueso y lechada con cemento blanco.

Los aplanados exteriores en muros serán en acabado fino y con recubrimiento de pintura vinílica.

Las puertas y ventanas se considerarán a base de perfiles de aluminio anodizado natural con cristales filtradosol en espesores de 6 mm.

Los tipos de gabinetes y lámparas así como los difusores de aire, serán definidos y especificados por las disciplinas eléctrica y mecánica respectivamente, buscando un diseño sobrio, estético y funcional.

En los cobertizos de las áreas de operación y mantenimiento se colocará lámina galvanizada soportada con estructura metálica y largueros monten, con recubrimiento anticorrosivo y sus respectivos canalones de lámina galvanizada para descarga de las aguas pluviales.

La cimentación será en concreto armado con resistencia de 200 Kg./cm<sup>2</sup> (esto se verificará una vez realizado los estudios de mecánica de suelos y análisis estructural).



### **Áreas verdes**

Alrededor del predio se propone construir una cortina verde con un ancho de 5 metros , la cual mitigará los posibles impactos ambientales negativos originados por el ruido y la emanación de polvo que se pueda originar por las operaciones dentro de las instalaciones. Asimismo, esta área verde constituida con pasto y árboles (propios de la región) de altura mayor a 10 metros y de copa frondosa, contribuirá a formar un paisaje natural estético y agradable.

Estos árboles deberán ser preferentemente: encino, pino chino, ocote o güachinol, con vegetación secundaria arbustiva, así como áreas de pastizal inducido el cual no requiera de grandes cantidades de agua para su mantenimiento.

La plantación de estos árboles, arbustos y plantas se realizara por etapas de crecimiento de acuerdo al avance que presente el relleno sanitario y a una equidistancia no menor de 3.0 metros, éstas se mantendrán con un sistema de riego, ya sea por gravedad o con aspersores portátiles.

### **Mobiliario y accesorios**

Se tendrán, sanitarios y vestidores considerando la utilización de mamparas divisorias para WC y mingitorios.

Las mamparas se fabricarán con bastidor de aluminio, paneles de aglomerado con acabado laminado plástico, los herrajes serán de tipo antirrobo.

Los muebles sanitarios, inodoros y mingitorios a utilizar se consideran con sistema de caja ahorradora de 6 litros, los lavabos contarán con llave economizadora.

En el área de lavabos se considera la colocación de espejos de 6 mm con marco de aluminio anodizado natural y accesorios de sobreponer (plástico).

En el cuarto de aseo se colocará un vertedero de lámina con recubrimiento porcelanizado con llave de nariz para labores de limpieza.

### **Instalaciones hidráulicas**

Las instalaciones hidráulicas serán diseñadas con tubería de cobre tipo "M" y estarán diseñadas para que la conducción de agua potable llegue adecuadamente a los lugares donde se requiera.

La dotación del agua de acuerdo a este tipo de edificación es de 100 lt/trabajador/día y en áreas de riego de 5 lt/m<sup>2</sup>/día,

La capacidad de la cisterna será de 10.0 m<sup>3</sup> que incluye la reserva necesaria para cualquier contingencia.

### **Instalaciones sanitarias**

La instalación sanitaria es la que conducirá las aguas de desecho de las edificaciones hasta las fosas sépticas con capacidad mínima de 10 personas localizadas cercanas a la descarga, los escurrimientos serán por gravedad con pendientes no mayores del 2%.

Esta fosa contendrá compartimentos de oxidación despolimerización, fermentación; Con dos depósitos, uno que contiene el caudal líquido y otro donde se acumulen los gases desprendidos emulsionándose en el líquido hasta su saturación haciéndose una descompresión, situación repetitiva pues operan por respiración anaerobia.

El diseño de las tuberías será con tubería de policloruro de vinilo (PVC) , paredes completamente lisas y conectadas con anillos de empaque y selladas con cemento de contacto.

Las descargas mínimas serán diseñadas en cada uno de los muebles de tal manera que no haya obstrucción ni aire viciado en las tuberías.

### **Instalación eléctrica**

El alumbrado exterior será ubicado únicamente en los edificios y área de operación con una capacidad máxima de 400 watts, será del tipo fluorescente y colocados en postes localizados estratégicamente.

El alumbrado interior dentro de los edificios será con lámparas fluorescentes de 61 x 61 de 4 x 32 watts.

El suministro de fuerza será mediante un transformador tipo poste y localizado en la parte norte del predio; dentro de los edificios la capacidad será en 220 volts en equipo y 127 volts en contactos normales.

### **Señalamientos**

Incluirá todos los señalamientos al interior del relleno sanitario, serán del tipo direccionales, preventivos, de contingencia y operativos los cuales se diseñarán a la naturaleza del relleno y cumplirán con las normatividades correspondientes.

Los señalamientos se clasifican en:

- Informativos. Son aquellos que proporcionan información sobre algún punto en particular, como: distancia al sitio de depósito, celda en uso, límite de velocidad, etc.
- Directivos. Estos van guiando al conductor del vehículo a través del relleno sanitario y hacia una zona determinada.
- Preventivos. Estos advierten al conductor y al personal del relleno sobre posibles situaciones peligrosas, a fin de que tomen las medidas preventivas convenientes.
- De seguridad. Estos corresponden a la operación propia del relleno sanitario, su objetivo es reducir al mínimo la posibilidad de un percance tanto para el personal del

relleno que acomoda los vehículos en la descarga, como para los operadores de maquinaria y equipo.

- De higiene. Estos están dirigidos al personal que labora dentro del relleno sanitario, teniendo como principal objetivo prevenir los riesgos a la salud y garantizar las mayores condiciones higiénicas en las instalaciones.

### **Vialidades**

La ruta de los caminos dentro de la planta son propuestos de acuerdo a la topografía del terreno evitando cortes y despalmes del terreno innecesarios.

Los caminos se podrán cubrir ya sea con producto de los cortes y despalmes, riegos asfálticos y concreto, esto de acuerdo al estudio de pavimentos a realizar.

Los caminos exteriores deben cumplir como mínimo las especificaciones siguientes:

- a) Ser de trazo permanente y garantizar el tránsito por ellos en cualquier época del año a todo tipo de vehículo que acuda al relleno sanitario.
- b) Cuando por volumen de tránsito y de la capacidad de carga de los vehículos, se haga necesario la colocación de la carpeta asfáltica, esta superficie de rodamiento deberá estar sobre el nivel de despalme, misma que definirá la subrasante, en este caso, para recibir la carpeta se deberá construir una sub-base con espesor mínimo de 12 cm y una base con espesor de 12 cm de grava controlada y arena compactada al 90% de la prueba proctor.
- c) El espesor de la carpeta asfáltica, cuya finalidad es proporcionar una superficie estable, uniforme, impermeable y de textura apropiada, se calculará en función del valor relativo de soporte del suelo, de la carga de diseño y del volumen de tránsito.

Los caminos internos deben cumplir las especificaciones siguientes:

- a) Los caminos deberán permitir la doble circulación de los vehículos recolectores, hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.
- b) Estos serán de tipo temporal y no presentarán pendientes mayor del 5%.

**Cuadro No. 5.9.2**

***Criterios básicos para la construcción de caminos***

| <b>Características</b>          | <b>Clases de caminos</b> |                  |                        |   |   |
|---------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|---|---|
|                                 | <b>Caminos externos</b>  |                  |                        | <b>Caminos internos</b>                 |   |
|                                 | <b>Plano y ondulado</b>  | <i>Montañoso</i> | <b>Muy accidentado</b> | <b>Plano y ondulado</b>                 | <b>Accidentado</b>                      |
| Velocidad de diseño en km/hr    | 60                       | 40               | 30                     | 40                                      | 25                                      |
| Grado máximo                    | 11.00°                   | 24.30°           | 44.00°                 | 23.00°                                  | 57.00°                                  |
| Radio mínimo en metros          | 105                      | 47               | 26                     | 50                                      | 20                                      |
| Ancho de corona en metros       | 6                        | 6                | 6                      | 4                                       | 4                                       |
| Pendiente máxima %              | 8                        | 9                | 10                     | 5                                       | 5                                       |
| Carga de diseño                 | HS-20                    | HS-20            | HS-20                  | HS-10                                   | HS-10                                   |
| Carga superficial de rodamiento | revestido                | revestido        | revestido              | Transitable en cualquier época del año. | Transitable en cualquier época del año. |

**Caminos de acceso**

Los caminos se clasificarán en 2 tipos, exteriores (de acceso), e interiores. Los caminos interiores tendrán la función de trasladar a los camiones hacia la zona de tiro directo de la basura, así como conducirse hacia la oficina administrativa y los caminos exteriores o de acceso permitirán la entrada y/o salida de vehículos.

El camino de acceso principal o entronque carretero tendrá un trazo permanente que garantizará el tránsito de vehículos pesados, para cualquier época del año.

Para permitir la circulación de los vehículos recolectores o de transferencia hasta el frente de trabajo del relleno sanitario, se tendrán dos carriles cuyo ancho tendrá como mínimo 8 m para camino interiores, y para curvas muy cerradas el ancho variara hasta 9 m como máximo. El ancho de la vialidad en la zona de pesaje donde se localiza la báscula, será de 12.0 m y tendrá una longitud de 100 m aproximadamente.

## 5.10 Manejo de aguas pluviales

El sistema de drenaje pluvial tiene como objetivo, desalojar la cantidad de agua de cualquiera de las fuentes posibles, tales como:

- Precipitación directa
- Escurrimiento del agua de terrenos adyacentes
- Crecientes de ríos o arroyos
- Filtración a través del subsuelo del relleno

Asimismo dentro de los objetivos principales del drenaje pluvial, esta el desalojar rápidamente el agua que pueda llegar al relleno, así como evitar la generación de una mayor cantidad de lixiviados.

Para que un relleno sanitario tenga un buen drenaje se debe evitar:

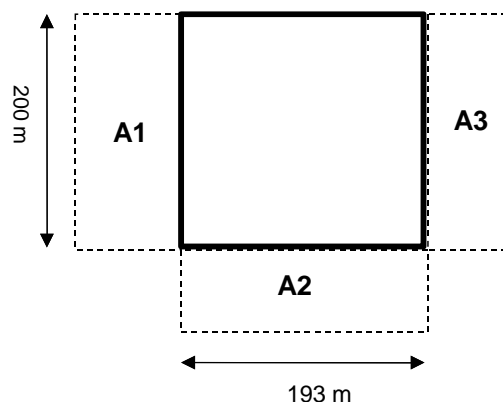
- Que el agua circule en cantidades excesivas dentro del relleno sanitario y que pueda destruir la capa del material de cobertura.
- Que los cortes (en caso de existir) se saturen de agua con el peligro de provocar derrumbes y obstruir los caminos.
- Que el agua subterránea reblandezca la capa de tierra y se formen charcos, baches, etc.

Las aguas captadas en los canales normalmente son encausadas a un colector, éste puede ser un dren natural (río, arroyo, etc.) ó artificial (línea de drenaje pluvial entubada). Para este proyecto se encauzará hacia el lado norte del sitio a l margen derecho del camino de acceso.

### 5.10.1 Drenajes Pluviales externos e internos

El drenaje deberá captar las aguas pluviales provenientes de escurrimientos de terrenos aledaños al sitio en donde se construirá el relleno sanitario, considerando para este fin, las áreas de influencia en la periferia del terreno de una magnitud equivalente a la cuarta parte de la destinada para el relleno, como se muestra en la figura 5.10.1.1.

**Figura 5.10.1.1 Áreas de influencia para el drenaje pluvial**



## V.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO

Las consideraciones realizadas para la propuesta de las áreas de influencia mostradas en la figura 5.10.1.1 son las siguientes:

Los terrenos ubicados en la parte norte y noreste del sitio asignado para el relleno sanitario, forman parte de una depresión, la cual no se considerará como área de influencia, ya que el flujo de escurrimientos provenientes de ese sitio será escaso.

El área 3 no abarca hasta la carretera que conduce hacia San Agustín Tlaxco, debido a que si bien, la topografía favorece el flujo en dirección de la carretera hacia el relleno, se considera que el área de influencia propuesta es lo suficientemente sobrada, como para que el diseño de las obras de drenaje diseñadas a partir de ésta sean suficientes.

Las áreas de influencia consideradas tendrán la siguiente superficie:

$$A1 = A2 = A3 = \frac{1}{4} 200 \times 193 = 9650 m^2$$

Los gastos pluviales, se calcularán de acuerdo al Método Racional Americano y al Método de Burkli-Ziegler.

La fórmula aplicada para el Método Racional Americano es la siguiente;

$$Q = 2.778CiA$$

En donde:

Q= Gasto pluvial (lps)

C= Coeficiente de escurrimiento

i= Intensidad de lluvia (mm/h)

A= Area a drenar (has)

2.778= Coeficiente de uniformización de unidades utilizadas para obtener el gasto en lps

El coeficiente de escurrimiento para el sitio de proyecto es de 0.13, mientras que la intensidad de lluvia se considerará de 80 mm/h.

De tal manera:

$$Q1 = Q2 = Q3 = 2.778 * 0.13 * 80 * 0.965 = 28 lps$$

La formula aplicada para el Método de Burkli-Ziegler es la siguiente:

$$Q = 2.778CiA^{\frac{3}{4}}S^{\frac{1}{4}}$$

En donde:

Q= Gasto pluvial (lps)

C= Coeficiente de escurrimiento

i= Intensidad de lluvia (mm/h)

A= Area a drenar (has)

S= Pendiente media en milésimas

Para este caso, la pendiente máxima del terreno es de 19 milésimas, por lo tanto:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2.778 * 0.13 * 80 * 0.965^{\frac{3}{4}} * 19^{\frac{1}{4}} = 30.45 \text{ lps}$$

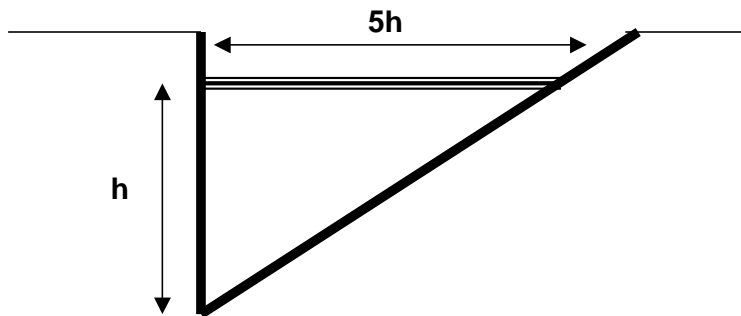
De tal manera, el flujo que se considerará para el diseño de la red de canaletas para el drenaje pluvial será el calculado por medio del Método de Burkli-Ziegler.

En la figura 5.10.1.2, se propone una distribución de canaletas para captar el flujo pluvial calculado.

Para calcular una sección de las canaletas que les de una capacidad hidráulica suficiente para poder desalojar el gasto de aguas pluviales que a ellas llega, se empleará la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

La sección que se propone es del siguiente tipo:



En donde:

$$A = \frac{5hxh}{2} = 2.5h^2$$

$$P = 5.1h + h = 6.1h$$

Por lo tanto:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{2.5h^2}{6.1h} = 0.41h$$

$$R_h^{\frac{2}{3}} = 0.55h^{\frac{2}{3}}$$

Sustituyendo en la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{2.5h^2}{n} 0.55h^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación que servirá para calcular las secciones de las canaletas para el drenaje del relleno sanitario.

Para la canaleta tipo 1, se tiene que el gasto a desalojar es el acumulado por las áreas 1 y 2, es decir  $Q = 60.9 \text{ lps} = .061 \text{ m}^3/\text{s}$ . La pendiente para este caso será del 1.3%, y la  $n$  será de 0.013 (concreto).

Para la canaleta tipo 2, se tiene que el gasto a desalojar es el acumulado en el area1, que es igual al de la 3, es decir  $Q = 30.45 \text{ lps} = .0305 \text{ m}^3/\text{s}$ . La pendiente para este caso será del 1.4%, y la  $n$  será de 0.013 (concreto).

Las dimensiones de las secciones hidráulicas de las canaletas se muestran en el cuadro 5.10.1.1.

**Cuadro n 5.10.1.1 Dimensiones de la sección hidráulica de las canaletas para el drenaje pluvial**

| <b>Canaleta</b> | <b><math>h(m)</math></b> | <b><math>5h(m)</math></b> |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| Tipo 1          | 0.14                     | 0.7                       |
| Tipo 2          | 0.105                    | 0.53                      |
| Tipo 3          | 0.06                     | 0.3                       |

La canaleta tipo 3, se pone para desalojar los escurrimientos que pudieran por la parte norte del terreno, que como se dijo, serán mínimos.

Adicionalmente, se deberá considerar un bordo libre de 5cm.



## CAPITULO SEXTO

### PLAN DE OPERACIÓN

#### 6.1 Memoria Descriptiva

##### 6.1.1 Descripción de las obras

Para operar adecuadamente, el relleno sanitario contará con distintas obras que se construirán, unas desde el inicio de la operación y otras a lo largo de ésta. Los principales grupos de obras se clasifican en:

##### **Edificios**

Estas obras se construirán desde un inicio y consisten en: Caseta de vigilancia, que albergará al personal que tendrá como función controlar el acceso de personas y vehículos autorizados; Oficinas administrativas y laboratorios, en estas oficinas se encontrarán el personal técnico y administrativo que operará el relleno, así mismo, se alojará el laboratorio donde se analizarán los análisis fisicoquímicos básicos, los cuales se describen en el Manual de Operación y Mantenimiento, para el control de los contaminantes.

##### **Talleres y bodega**

Este conjunto de obras también se construirán desde el principio de la operación del relleno y consisten en: Taller y cobertizo, es una estructura abierta pero techada que tiene como función principal resguardar a los equipos de operación de la lluvia, además de ser utilizado para permitir el mantenimiento y limpieza de los equipos.

##### **Báscula**

Se construirá una báscula para pesar los vehículos que ingresen al relleno sanitario y así determinar la cantidad de residuos sólidos que se disponen en forma diaria. Esta estructura también se construirá al inicio.

##### **Obras de control de escurrimientos pluviales**

Para evitar el ingreso de los escurrimientos pluviales al relleno, se construirán canales de intercepción y conducción de los escurrimientos pluviales.

##### **Caminos**

Los caminos se dividen en definitivos y provisionales. Los definitivos son aquellos que operarán durante toda la vida útil del relleno, como los caminos de acceso exterior e interior al relleno; los provisionales son los caminos secundarios que se construyen en las distintas etapas de la operación y que al termino de cada una de ellas se cierran para integrarse al área rellenada.

### Señalamientos

Los señalamientos se construyen en toda el área del relleno. Se dividen en informativos, preventivos y restrictivos y se van construyendo a medida en que van entrando en operación las distintas etapas del relleno, aun cuando algunos de ellos son permanentes desde el principio. En el Manual de Operación y Mantenimiento se explica con mayor detalle la construcción y características de cada uno de ellos.

### Obras de control de contaminantes y agentes de riesgo

Para evitar en lo más posible la afectación de la salud humana y al medio por los contaminantes que se generan en la operación del relleno, así como para reducir los riesgos de explosión y de proliferación de la fauna nociva, se construirán obras de captación, drenaje y conducción de lixiviados y biogás. Los lixiviados se captarán y drenarán a través de tuberías perforadas de polietileno de alta densidad; estos líquidos se concentrarán en un cárcamo de bombeo con el cual se bombearán hacia las áreas ya rellenadas con un doble propósito; el primero para recircularlos hacia el interior de estas áreas con el fin de mantener la humedad de los residuos cubiertos y para aportar nutrientes a los microorganismos encargados de biodegradar la materia orgánica y acelerar su estabilización.

### Cerca fija y móvil

Se construirá una cerca con malla ciclónica en todo el perímetro del relleno, para evitar el acceso de personas ajenas a la operación, así como de animales callejeros que pretendan ingresar en busca de alimento que se encuentre en la basura. Otra función de la malla es evitar que se disperse la basura fuera del área del relleno debido a la acción del viento.

## 6.2 Programa de trabajo

### 6.2.1 Descripción de las etapas

El relleno sanitario proyectado se construirá en dos etapas, las cuales están definidas por los métodos de construcción seleccionados. Como se anotó en la sección 4.1, la escasa superficie del terreno con que se cuenta, obliga a construir el relleno en forma combinada. Primero se construirá excavando el terreno formando cuatro trincheras de sección trapezoidal; tres de ellas de 156 m de longitud por 34 m de base superior y 10 m de base inferior, con taludes de 1:3 y de 4 m de profundidad. La cuarta trinchera tiene la misma longitud, pero la sección trapezoidal tiene las siguientes dimensiones: 35 m de base superior, 11 m de base inferior y de 4m de altura con pendiente también de 1:3. La capacidad total de las trincheras es de 50,050 m<sup>3</sup>. Esta etapa tiene una vida útil promedio aproximadamente de un año y cinco meses.

La segunda etapa, se construirá una vez agotada la capacidad de las trincheras. En esta segunda etapa, el método de construcción que se aplicará será el de área; se formarán capas de 4m de altura y el talud que se empleará es de 1:3. En total se tendrán tres capas de la misma altura, para tener una altura final de 12 m. El proceso constructivo se iniciará en la parte donde se construyó inicialmente la primer trinchera con el fin de contar con mayor tiempo para que se logre una adecuada consolidación de la trinchera y así reducir

los problemas operativos de la maquinaria en la construcción de las celdas de la segunda etapa. En ésta última, se estima una capacidad de 197,055m<sup>3</sup>, con lo cual se tiene una vida útil promedio de aproximadamente 5 años. El volumen total esperado es de 247,105m<sup>3</sup>, con lo que se logra una vida útil del relleno de más de 6 años.

### 6.3 Propuesta de uso final

Una vez que la capacidad máxima del relleno sanitario llegue a su límite, que se espera que ocurra en un promedio de seis años y medio, esta obra se deberá clausurar. El cierre de las operaciones ordinarias del relleno sanitario no significa el abandono de estas instalaciones. Aún habiéndose cubierto totalmente, en el relleno continúan llevándose a cabo múltiples reacciones químicas y bioquímicas, sobre todo en la biodegradación de la materia orgánica, por lo que se continua generando biogás y lixiviados, los cuales se deben controlar y establecer un programa de monitoreo para observar su desarrollo. Así mismo las obras de control de estos contaminantes, deben seguir operando, sobre todo los pozos de ventilación de biogás y de captación, conducción y recirculación de lixiviados.

Los lineamientos a seguir para la clausura y postclausura del relleno sanitario Intermunicipal que se realizarán son los nombrados a continuación, de los cuales las actividades a desarrollar son:

#### a) Planeación preliminar

- ✓ Revisión de los planos relativos a la topografía final del sitio
- ✓ Preparar los planos de drenaje del sitio
- ✓ Especificar las fuentes de material de cubierta
- ✓ Preparar los planos de cubierta vegetal y del paisaje del sitio
- ✓ Identificar la secuencia de cierre para la fase de operación
- ✓ Especificar los procedimientos de ingeniería para el desarrollo de obras complementarias.

#### b) Tres meses antes de la clausura

- ✓ Revisar los planos de clausura para complementarlos
- ✓ Preparar las cédulas de registro del cierre
- ✓ Preparar la calendarización final de las actividades de clausura
- ✓ Notificar a la institución reguladora
- ✓ Notificar a los usuarios del sitio (municipal y privados)

#### c) En la clausura

- ✓ Levantamiento de un cercado o estructuras adecuadas para limitar el acceso e instalación de una caseta de vigilancia.
- ✓ Colocar un letrero en donde se indique que el sitio esta clausurado y se mencione la localización del nuevo sitio de disposición de los residuos sólidos. Así como de enunciar las normas de sanción para los que no cumplan.
- ✓ Realizar una recolección de los materiales ligeros que se encuentran dispersos en el sitio, llevarlos al área principal del tiradero y cubrirlos. Dentro de estos materiales se contemplan las bolsas de polietileno de baja densidad y polipropileno que se

encuentren esparcidas en mas de 2 ha circundantes al tiradero, para lo cual se requiere de una brigada de trabajadores que realizarán la recolección en forma manual y con la ayuda de costales y ensartadores.

- ✓ Cubrir con material aquellas zonas con residuos descubiertos, la compactación se debe realizar con un tractor tipo D6 o un rodillo mecánico, con 2 a 4 pasadas ó hasta alcanzar una compactación de 90 % proctor. La estructura de la acumulación y compactación de los residuos se deberá tener en lo posible en forma regular y a una altura máxima de 3 metros. El material de cubierta deberá colocarse primero en el borde y de allí cubrir el talud de la basura compactada. Una vez terminado, se procederá a cubrir y compactar el techo de la estructura, formando dos declives cada 100 metros, donde se colocará parte del sistema pluvial.
- ✓ Nivelar el sitio y proporcionar una pendiente adecuada para el desagüe del agua pluvial, por ejemplo 3%.
- ✓ Cavar los pozos para la colocación de las estructuras de venteo del biogás, iniciar la construcción de los canales para la conducción del agua pluvial.
- ✓ Realizar un tratamiento en las áreas que han sido afectadas con sustancias que se han permeado al suelo durante un tiempo considerable, como es el caso de los lixiviados. El tratamiento consiste en recuperar con pipas, los líquidos y vertirlos en alguna planta de tratamiento cercana al sitio. Las áreas afectadas se dejarán expuestas al aire para que se evapore la humedad restante y posteriormente se cubrirán con una capa de 10 cm de cal humectada, a fin de neutralizar las propiedades contaminantes de las substancias que permanecieron en el sitio.

d) Tres meses después de la clausura

- ✓ Terminar las obras de drenaje
- ✓ Terminar las obras de control de biogás y lixiviados, así como las de monitoreo
- ✓ Instalación del material de cubierta sobre el relleno sanitario
- ✓ Reforestación en el relleno sanitario (siembra de la vegetación).
- ✓ Clausura final

Posteriormente a la clausura, se deberá realizar un mantenimiento a largo plazo, el cual estará en función del uso final del sitio. Es importante no descuidar los sistemas de control y monitoreo de biogás y lixiviados, ya que éstos requieren de una atención continua después de realizarse la clausura del sitio, así mismo las instalaciones de control de drenaje y el control de la erosión requieren de atención aunque a menor grado.

Los sistemas de recolección de lixiviados requieren de una atención continua una vez que el sitio sea clausurado. Este tipo de sistemas deberán recibir un mantenimiento efectivo para asegurar su adecuado funcionamiento. Dicho mantenimiento contempla la limpieza anual de la tubería de conducción de lixiviados, la limpieza del carcamo de bombeo y la inspección de la bomba de recirculación.

Se deberá mantener un registro para conocer la cantidad de lixiviados removidos, ya que la cantidad de lixiviados variará respecto a las estaciones del año y deberá ser monitoreado para asegurar que éste sea drenado correctamente. El tiempo de mantenimiento dependerá en gran medida de las condiciones particulares del sitio.

Se considera que el monitoreo de lixiviados y biogás proveen de información muy valiosa. Dado que sirven para detectar problemas de manera temprana e inmediatamente implantar acciones correctivas. De esta manera, pueden ser minimizados tanto los daños

ocasionados al ambiente, como los costos asociados a los mismos. Los datos obtenidos del muestreo pueden ser usados para mejorar los diseños de futuros rellenos sanitarios de la zona.

Para el muestreo de los lixiviados se utilizarán los registros de tabique con dimensiones interiores de 40 cm x 40 cm cubiertos con concreto de f 'c de 100 Kg./cm<sup>2</sup> situados en el relleno sanitario. La salida se realizará a través de un tubo de PVC de 25 cm de diámetro en el cual se fija una varilla de 3/8" de diámetro, a través del cual se introduce el sistema muestreador. El muestreo deberá realizarse cada 3 meses durante el primer año y posteriormente se realizará cada 6 meses.

### **Uso final del sitio**

El análisis de las alternativas para el uso del suelo una vez clausurado el sitio de disposición de los residuos sólidos, consideró desfavorable la utilización de áreas de cultivo como uso final del sitio, debido a que por una parte, el área disponible del terreno es muy pequeña y por otra, a la posible generación de lixiviados provocados por la irrigación de dichas áreas.

Por lo antes expuesto, se consideró favorable el uso final del sitio, como áreas recreativas, como por ejemplo los parques o áreas verdes, para lo cual se deberá dejar estabilizar el sitio a fin de minimizar posibles efectos sobre la salud humana.

### **6.4 Diseño de la superficie final**

Como ya se mencionó en el punto anterior la superficie final deberá tener un espesor mínimo de 60 cm con el fin de minimizar la erosión. Por otra parte, se deberá también minimizar la infiltración de los escurrimientos pluviales, para lo cual la superficie se construirá con pendiente del 3% para propiciar un rápido desalojo del agua de lluvia.

Esta cubierta perfectamente construida permitirá limitar la emisión del biogás que no siga la trayectoria de los pozos de ventilación, además de evitar la proliferación de fauna nociva; así mismo, se reduce el riesgo de propagación de fuego en el caso muy extremo de que ocurra un incendio. La cubierta final permite también servir de base para apoyar la capa adicional de tierra vegetal que sustentará el cultivo del césped, si se opta por esta opción, o como preparación de las terracerías necesarias para la construcción de andadores y banquetas. En el caso de la construcción de vialidades para circulación de vehículos, con la capa de cubierta final se podrá nivelar toda la superficie terminada del relleno con el fin de lograr una pendiente del 3% para permitir el drenaje de los escurrimientos superficiales debido a la lluvia.

Si se opta por la opción de sembrar pasto de rápido crecimiento o vegetación que no tenga raíces muy profundas y que sea capaz de soportar la falta de agua, al espesor de 60cm se debe adicionar una capa superficial de 25 a 30 cm de tierra vegetal.

6.5 Manual de Operación

La operación del relleno sanitario es parte fundamental y complementaria al diseño para cumplir con los objetivos establecidos en el manejo de los residuos sólidos en la etapa de disposición final, los cuales se mencionan en el proyecto de norma NOM-084-ECOL-1997; dichos objetivos se establecen para minimizar los riesgos al medio ambiente y a la salud.

Una vez definido el lugar del relleno y el método a utilizar (combinado), es conveniente realizar un cronograma de actividades, el cual dará una orientación para la programación y la ejecución de las diversas etapas de las obras, para este proyecto el cronograma de actividades se presenta en el Cuadro No. 6.1

**Cuadro No. 6.1  
Cronograma de actividades**

| Actividades                                       | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|   | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <b>Infraestructura periférica</b>                 |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Vías de acceso                                  | ■     | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Drenaje pluvial                                 | ■     | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Desvío y aislamiento de posibles cursos De agua | ■     | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Infraestructura del relleno</b>                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Limpieza y desmonte                             |       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Cortes  |       | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |    |    |    |
| • Preparación del suelo de soporte                |       |   | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |    |    |    |
| • Drenaje de líquido percolado                    |       |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |    |    |    |
| • Drenaje de gases                                |       |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |
| • Acceso interno                                  |       |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |
| • Drenaje pluvial interno                         |       |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |
| <b>Construcciones auxiliares</b>                  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| • Cerca perimetral                                | ■     | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |    |    |    |
| • Arborización perimetral                         |       |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |    |    |    |
| • Caseta de vigilancia                            |       |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |    |    |    |
| • Señalización                                    |       |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |    |    |    |
| • Instalaciones sanitarias                        |       |   |   |   |   |   |   |   | ■ | ■  | ■  |    |
| • Pozo de monitoreo                               |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ■  | ■  |
| <b>Inicio de operación del relleno</b>            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  |

Este cronograma deberá ajustarse de acuerdo a la propuesta del constructor de la obra, ya sea el propio municipio o una empresa particular.

Para iniciar la construcción del relleno sanitario, se deberán realizar las siguientes actividades, tales como:

### ➤ Preparación del sitio

Las actividades preliminares para preparar el terreno a utilizar como relleno sanitario son:

#### a) Limpieza del terreno

Para el tipo de suelo que se tiene en el terreno asignado al proyecto en Amozoc (agrícola), se puede emplear el rastrillo de raíces, para lo cual, se pasan los dientes del rastrillo a través de la capa superior, sacando las raíces y el material se junta a la vez en hileras.

Cabe mencionar que los árboles que se encuentran en el sitio seleccionado para la 1ª etapa son; arbustos que tienen aproximadamente un diámetro de 5 cm, por lo cual no se requiere de la eliminación de monte alto.

#### b) Obras de finalización

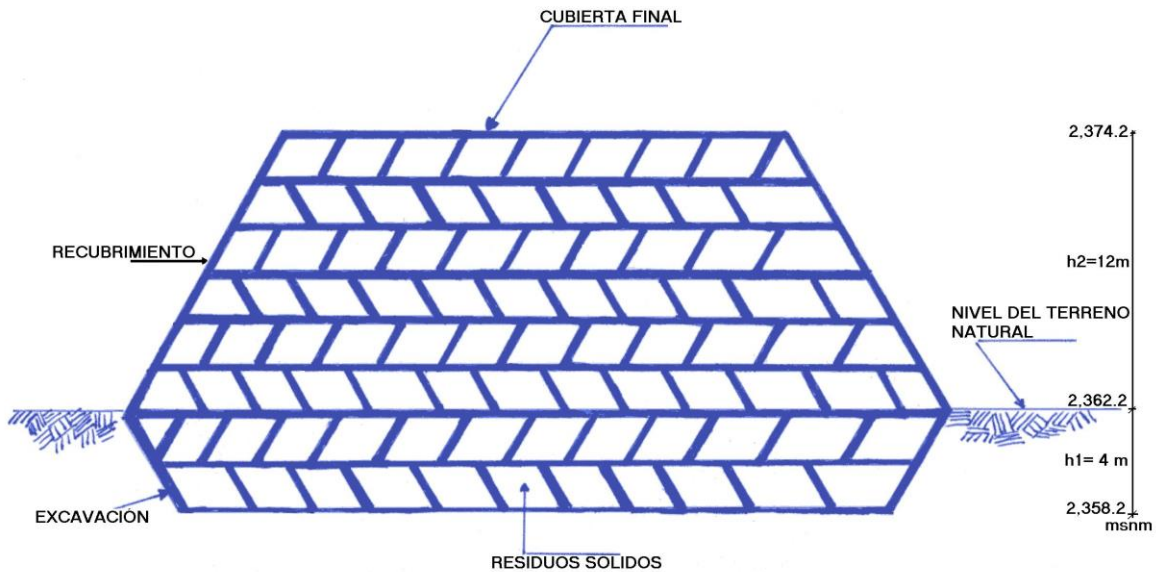
Después del desmonte general se necesita efectuar un número de trabajos para dejar el terreno en condiciones que permitan un empleo eficiente de máquinas de movimiento de tierras. Las obras de finalización que se consideran de mayor importancia son:

- 1). Verificar la extracción de los troncos pequeños que han quedado en el terreno y que pueden dañar a las máquinas de movimiento de tierras.
- 2). Después de la extracción final de los troncos, se pasa otra vez un rastrillo, para así juntar los restos de vegetación y los troncos.
- 3). Cuando el material se encuentre lo suficientemente seco, se iniciará la fase de quema, teniendo especial cuidado, ya que la quema debe llevarse a cabo en contra del viento.

### ➤ Sección tipo del terreno

La sección final del terreno, se ilustra en la figura 6.1.1,. En términos generales cada una de las capas estará conformada por una capa de basura de 1.8 metros de espesor, con una cubierta de suelo de 20 cm, de tal manera que en total las ocho capas que comprenden el cuerpo del relleno sumen un paquete de 16 metros, tal como se muestra en la figura 6.1.

**Figura No. 6.1**  
**Sección tipo**



### Secciones longitudinal y transversal del terreno, con perfiles inicial y final

Los perfiles inicial y final de los residuos sólidos se ilustra en el plano de etapas de relleno, donde se ilustra la forma de ir depositando los residuos sólidos.

#### ➤ Evolución del plan de acondicionamiento en el tiempo de operación

Para describir la planeación del relleno sanitario, debemos partir recordando que se pretenden alojar los residuos en el sitio, entre las curvas de nivel 2,358.2 y 2,374.2, mediante 8 capas de basura de 2 metros de espesor, incluyendo el material de cubierta.

La descripción preliminar de las 2 etapas, se hace a continuación:

**Etapas 1:** Método de Trinchera, esta etapa estará compuesta por 2 capas; el nivel de desplante para esta etapa es de 2,358.2 y el volumen promedio es de 50,050 m<sup>3</sup>.

**Etapas 2** Método de Área, esta etapa contará con 6 capas, su cota más baja estará definida por la curva de nivel 2,362.2 mientras que la de mayor elevación, será la cota 2,374.20. El volumen promedio alcanzará una cifra de 197,055 m<sup>3</sup>.

#### ➤ Verificación de anchura del frente de trabajo, zona de descarga, acomodo de los residuos



### Ancho del frente de trabajo

A continuación se presentan en el Cuadro No. 6.2 los valores de las dimensiones del frente de trabajo recomendables dependiendo del número de vehículos que lleguen al relleno en la hora pico.

**Cuadro No. 6.2**  
**Frente de trabajo recomendable**

| <i>No. de vehículos que llegan al relleno en la hora pico</i> | <i>Frente de trabajo (m)</i> |
|---|------------------------------|
| <b>3</b>  | <b>12</b>                    |
| <b>4</b>  | <b>16</b>                    |
| <b>5</b>  | <b>20</b>                    |
| <b>6</b>  | <b>24</b>                    |
| <b>7</b>  | <b>28</b>                    |
| <b>8</b>  | <b>32</b>                    |

Para el diseño del frente de trabajo en este proyecto se consideró un número de tres vehículos que llegan a la hora pico, por lo que se diseñó la celda diaria con un frente de 12m, sin embargo éste se deberá adecuar si existen más vehículos a esta hora.

### **Descarga de los residuos**

Fijado el horario de trabajo, se inician las labores, realizando un mantenimiento preventivo del área, hasta la llegada del vehículo, el cual va a descargar los residuos en el lugar más cercano a la zona de trabajo, según la secuencia del llenado, para evitar los movimientos innecesarios de los residuos. La forma de depositar los residuos sólidos debe ser de una manera planeada y controlada, en el frente de trabajo asignado.

Una vez que los vehículos de recolección y/o transferencias llegan al frente de trabajo asignado, los jefes de frente tienen que indicar los lugares donde acomodarse para que se realice la descarga, las maniobras que ejecutan los choferes para el acomodo de los vehículos deben ser guiadas por los acomodadores, quienes tienen que distribuirlos debidamente en el frente de trabajo; este personal es el responsable de guiar a los choferes para que efectúen un correcto acomodo de sus vehículos.

La labor de los acomodadores es de suma importancia, ya que tienen la responsabilidad de mantener el frente de trabajo tan reducido como sea posible, de manera tal que agilice la descarga y no interfiera con la operación de los equipos y/o con los vehículos que llegan a depositar, tomando en cuenta que estos tienen diferentes sistemas de descarga, lo cual significa que el tiempo requerido es diferente.

Es necesario tomar en cuenta las condiciones de la superficie de rodamiento de la zona de descarga, ya que los vehículos pueden sufrir atascamiento, ponchadura de llantas o

inclusive volcadura si son acomodados incorrectamente o si el frente de trabajo se encuentra en malas condiciones.

Una vez acomodados los vehículos, se procede a efectuar su descarga, la cual puede ser mecánica o manual: la descarga mecánica es efectuada por equipo del mismo vehículo y la descarga manual es realizada por el personal del vehículo, por ejemplo los camiones tipo redilas

Concluida la descarga, los vehículos saldrán del frente de trabajo recorriendo el camino que marcan los señalamientos y respetando las indicaciones de seguridad para llegar a la báscula (o a la caseta de control) donde se pesarán para poder salir del Relleno Sanitario.

El operador del relleno deberá estar al pendiente e implementar un plan para prevenir la disposición de residuos peligrosos, el cual deberá tener como mínimo los siguientes puntos:

- a). Programa de inspecciones al azar, en el ingreso del relleno y en cargas sospechosas.
- b). Mantenimiento de bitácora
- c). Entrenamiento del personal
- d). Procedimientos de notificación a las autoridades en caso de descubrir cargas de residuos peligrosos.

En conclusión, para que la recepción y descarga de los residuos sólidos funcione adecuadamente, se recomienda seguir el procedimiento a continuación indicado:

- Pesar los desechos cuando entran al relleno.
- El área de descarga deberá de estar marcada o señalada claramente.
- El frente de trabajo se debe mantener lo más pequeño posible.
- Instalar cercas de contención cerca de los lugares de descarga y esparcimiento, recogiendo frecuentemente la basura.
- Descargar los desechos en el fondo o en el pie de un frente inclinado, ya que de esta forma no se esparcirán tan fácilmente.

### **Vigilancia**

En la caseta de control se encontrará ubicado un encargado, que será el responsable de verificar los vehículos que ingresen y el tipo de residuo que se depositará, para lo cual, se deberá hacer una rápida inspección. El encargado contará con un entrenamiento para reconocer el tipo de residuo que se depositará en el sitio y deberá contar con la autoridad suficiente para rechazar el ingreso de cualquier vehículo o inclusive poder detenerlo y remitirlo a la autoridad competente, si la situación lo amerita.

Para llevar a cabo un adecuado control sobre la cantidad de residuos que ingresan al relleno sanitario, es necesario efectuar el registro del peso de los vehículos de recolección o transferencia que ingresan y salen del sitio, para lo cual se utilizará la báscula de piso que estará instalada en el acceso y junto a las oficinas administrativas.

El personal responsable de la báscula tendrá entre otras responsabilidades, llevar a cabo el control y registro del peso de cada uno de los vehículos usuarios del relleno sanitario; dentro de los reportes que deberán realizar, se tomarán los siguientes datos:

- a) Tipo de vehículo
- b) Placas o número económico
- c) Características del vehículo
- d) Procedencia
- e) Tipo de residuos transportados
- f) Hora de entrada
- g) Peso al ingreso
- h) Hora de salida
- i) Peso a la salida

Los registros correspondientes al ingreso de vehículos y residuos sólidos deben procesarse, ya que son estadísticas muy importantes para el historial del sitio y del manejo de disposición final de las entidades, además de que ayudan para el diseño del frente de trabajo y el programa de operación para la maquinaria, el personal y el equipo a utilizar en el relleno sanitario.

Una vez efectuado el registro, los vehículos deberán dirigirse hacia la zona de depósito, siguiendo los señalamientos que serán ubicados a lo largo de los caminos internos y hasta la zona del frente de trabajo.

Una vez que los vehículos de recolección lleguen al frente de trabajo asignado; los jefes de frente tienen que indicar los lugares donde deberán ser acomodados para que se realice la descarga; las maniobras que ejecutan los choferes para el acomodo de los vehículos deben ser guiadas por los acomodadores, quienes tienen que distribuirlos debidamente en el frente de trabajo; este personal es el responsable de guiar a los chóferes para que efectúen un correcto acomodo de sus vehículos.

La labor de los acomodadores es de suma importancia, ya que tienen la responsabilidad de mantener el frente de trabajo tan reducido como sea posible, de manera tal que agilice la descarga y no interfiera con la operación de los equipos o con los vehículos que llegan a depositar, tomando en cuenta que estos tienen diferentes sistemas de descarga, lo cual significa que el tiempo requerido es diferente.

Es necesario tomar en cuenta las condiciones de la superficie de rodamiento de la zona de descarga, ya que los vehículos pueden sufrir atascamiento, ponchadura de llantas o inclusive volcadura si son acomodados incorrectamente o si el frente de trabajo se encuentra en malas condiciones.

Una vez acomodados los vehículos, se procede a efectuar su descarga, la cual puede ser mecánica o manual: la descarga mecánica es efectuada con equipos del mismo vehículo y la descarga manual es realizada por el personal del vehículo.

Concluida la descarga, los vehículos salen del frente de trabajo recorriendo el camino que marcan los señalamientos y respetando las indicaciones de seguridad para llegar a la báscula donde se pesarán para poder salir del relleno sanitario.

El operador del relleno debe implementar un plan para prevenir y evitar el ingreso y la disposición de residuos peligrosos, el cual deberá tener como mínimo los siguientes puntos:

- e). Programa de inspecciones al azar, en el ingreso del relleno y en cargamentos que resulten sospechosos.
- f). Seguimiento de bitácoras de trabajo
- g). Entrenamiento adecuado del personal
- h). Procedimientos de notificación a las autoridades en caso de descubrir cargas de residuos peligrosos.

Para que la recepción y la descarga de los residuos sólidos funcione adecuadamente, se recomienda tomar en cuenta las siguientes sugerencias:

- Instalar cercas de contención cerca de los lugares de descarga y esparcimiento, recogiendo frecuentemente la basura.
- Descargar los desechos en el fondo o en el pie de un frente inclinado, ya que de esta forma no se esparcirán tan fácilmente.

### **Acomodo**

Esta operación tiene gran importancia, por lo que se recomienda acomodar los residuos sólidos sobre el apoyo inclinado de la celda correspondiente, en capas no mayores de 60 cm de espesor y posteriormente los residuos sólidos son comprimidos por medio del equipo mecánico pasando sobre ellos de 2 a 4 veces; esta operación debe realizarse siempre de abajo hacia arriba.

Para efectuar adecuadamente esta fase se debe buscar que el frente de trabajo tenga el menor espacio posible y el tiempo más corto en el depósito. El frente de trabajo debe diseñarse en función de la forma y el horario en que se presenten los residuos, por lo cual en las primeras horas del día, el frente debe ser reducido y conforme se incrementa el ingreso se irá aumentando, y cuando se reduzca el ingreso de residuos, el frente volverá a disminuir.

Uno de los grandes problemas que se presenta en la operación de un relleno sanitario, es la colocación de neumáticos, para reducir este problema se recomienda:

- Distribuir los neumáticos en capas sencillas a pie o en el fondo del relleno; para seguir este procedimiento se almacenan los neumáticos durante el día para colocarlos el día siguiente.
- Esparcir paja o maleza sobre los neumáticos, ya que éstos actuarán como una esfera tejida que mantendrá aplanados a los neumáticos. En caso de no tener dichos materiales, se puede utilizar escombros de demolición, como tabloncillos, madera terciada o cartones de yeso.

El alambre es otro material difícil de manejar, por ejemplo los bastidores de camas, cercas, así como los cables. Estos materiales se deben empujar hacia el pie del relleno, teniendo especial cuidado de que no ruede o se deslice debajo de la hoja topadora; para evitar estos problemas se debe colocar encima escombros de demolición y de construcciones para mantener el alambre aplanado y evitar que se enrede en las máquinas o que pueda maltratar la membrana plástica en caso de que exista.

El número de acomodadores y jefes de frente dependerá del tamaño y de la cantidad de frentes que se abran en el relleno sanitario. Ya depositados los residuos en el frente de trabajo, se procede al empuje y esparcido de los mismos con la maquinaria programada. Finalmente, para realizar una buena compactación, es necesario que los residuos estén perfectamente nivelados.

### ➤ **Conformación de celda**

Las celdas son unidades conformadas por basura y material de cobertura, que son aplastados conforme al llenado del área, de acuerdo a las condiciones del terreno y el tipo de operación. La formula para la obtención del volumen de la celda diaria es la siguiente:

$$V = \frac{P \times ppc \times mc \times f}{D}$$

Donde:

P= población por servir

ppc= volumen producido por habitante

mc= proporción de material de cobertura

f = días de recolección

D = densidad de la basura en el relleno sanitario

Los elementos principales de una celda son: su altura, largo, ancho del frente de trabajo, pendiente de los taludes laterales y espesores del material de cubierta diario. Por ejemplo, mientras más altas sean las celdas, menor será la cantidad de tierra necesaria para cubrir a los residuos y mientras menor sea la altura de las celdas, el relleno requerirá de mayor cantidad de material de cubierta, aunque no hay que olvidar que la altura de las celdas, depende en gran medida de la estabilidad de los taludes y de la compactación.

La forma de calcular el ancho mínimo de la celda, depende de la longitud de la cuchilla del equipo que se emplee en la construcción de las celdas y del número de vehículos de transferencia y/o recolectores que llegan a la hora pico.

### ➤ **Dimensiones de celdas diarias acordes con el método seleccionado**

Como se describió en el punto anterior, las dimensiones de las celdas diarias dependen en gran medida del método seleccionado, así como de la capacidad de carga del sitio escogido. Las dimensiones de las celdas se describen dentro del plano etapas del relleno, así para la etapa 1, se tiene una dimensión inferior de 10 m y superior de 24 m. Para la etapa 2, se tiene una dimensión inferior de 5.5 m y una superior de 5.5 m.

### **Bancos de material y localización**

El material de cubierta será tomado de las excavaciones del mismo sitio, siendo éste mejorado con arcillas provenientes del banco de material que se encuentra a una distancia aproximada de 10 Kilómetros de la ubicación del sitio destinado para el relleno

sanitario, este banco se encuentra ubicado en los poblados aledaños. En cuanto a los volúmenes de extracción, éstos no presentan dificultad, dado que dichos bancos, presentan en abundancia materiales arcillosos y poco permeables, quedando a reserva de la caracterización de los estudios de geología más detallados. La excavación del material se realizará por día.

➤ **Maniobras requeridas cobertura de los residuos:**

### **Extensión y compactación del material de cobertura**

La descarga y esparcimiento del material de cobertura son de suma importancia, esta actividad se efectuara con el apoyo de camiones tipo Volteo y un cargador frontal o el mismo tractor D6, de tal forma que el operador mantenga la cuchilla a una altura que coincida con el espesor deseado de la capa de la tierra.

### **Movimiento de tierras.**

El movimiento de tierras es una de las partes con más importancia dentro de la operación de un relleno sanitario, ya que de esto depende el avance adecuado con el menor costo posible. En la siguiente tabla se presentan los rendimientos promedios deseados, dentro del relleno sanitario.

. Rendimientos en los rellenos sanitarios

| <b>Operación</b>                   | <b>Rendimiento</b>               |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Movimiento de los residuos sólidos | 0.95 ton/hombre-hora             |
| Compactación de celdas             | 20 m <sup>2</sup> /hombre-hora   |
| Movimiento de tierra               | 0.95 m <sup>3</sup> /hombre-hora |

El objetivo principal de la operación de movimiento de tierras es; realizar los trabajos de excavación de tierra en los lugares donde se desea y moverla hacia los lugares donde se necesita. Moviéndola la mayor cantidad de tierra, en el menor tiempo y al menor costo. Por lo cual, se busca que la maquinaria seleccionada realice las siguientes operaciones:

Acarreo, empuje y compactación del material de cobertura

El movimiento del material de cobertura es una de las actividades con mayor importancia dentro de la operación de un relleno sanitario, ya que de esto depende el avance adecuado con el menor costo posible. Dentro de las actividades que se tienen en el movimiento de material de cobertura, las de mayor importancia son:

- Realizar los trabajos de excavación de tierra en los lugares donde se desea y moverla hacia los lugares donde se necesita.

- Mover la mayor cantidad de tierra en el menor tiempo y al menor costo.

De acuerdo a las actividades antes mencionadas, se busca que la maquinaria seleccionada realice el ataque, empuje, acarreo y jalonamiento.

Además, debe tenerse en cuenta el método de transporte del material, para lo cual se disponen varias formas de realizarlo, la decisión final dependerá de las condiciones de trabajo y del equipo disponible. Las condiciones de mayor importancia son: la cantidad de m<sup>3</sup> de material a mover, el método más económico, las limitaciones causadas por la inclinación de las pendientes en el camino de acarreo y la distancia a que debe conducirse.

Para lograr una capacidad óptima en el trabajo del movimiento de tierras, se aplican técnicas en la operación. Estas técnicas van a influir en las operaciones en pendiente hacia abajo, con la carga volteando o con la carga flotando, en las operaciones de trinchera y en operaciones de lado a lado, al aplicar dichas técnicas se reducirán los tiempos de trabajo, y a su vez los equipos emplearán menos energía y por consecuencia se tendrán menos pérdidas.

- a). Operación en pendiente hacia abajo. De ser posible, la tierra se debe mover siempre hacia abajo, ya que con esto la obra requiere menos energía y la eficiencia del movimiento de la tierra se incrementa. Para esto se distinguen dos diferentes tipos de operaciones:
  - En caso que también la pendiente misma deba ser excavada, el operador coloca la cuchilla de la hoja a una cierta profundidad, cortando tierra. Durante el transporte, la carga se voltea continuamente.
  - En caso que se deba mover la tierra sin excavar, se junta una carga en el lugar de la excavación y luego se arrastra con la cuchilla al ras del suelo. En este caso, la carga no se voltea y se encuentra en posición flotante.
- b). Operación en trinchera. Para evitar la pérdida de tierra a los lados de la hoja, se puede mover la carga a través de una trinchera, la cual se realiza con anterioridad. Aquí se debe tener especial cuidado con los taludes de la trinchera, ya que éstos pueden causar pérdidas a los lados de la hoja; esta técnica normalmente se aplica donde se debe mover la tierra a una distancia relativamente grande.
- c). Operación lado a lado. Este tipo de operación se utiliza para evitar pérdidas excesivas de tierra, para el movimiento de tierra mediante esta operación se necesitan a dos topadoras trabajando lado a lado, además de dos o más tractores y capacitar a los operadores para trabajar juntos.
- d). Para evitar pérdidas de tiempo en el transporte, es importante que se mantengan separadas las unidades lentas y de las unidades de grandes velocidades, sin olvidar otro aspecto de gran importancia como lo es mantener los caminos en buen estado, para permitir velocidades óptimas. Si la cantidad de tierra a transportar lo permite es ventajoso disponer de dos caminos paralelos para coordinar el tráfico en dos sentidos.

### **Cantidad de pasadas a los residuos para lograr la compactación deseada**

La operación de la compactación de los residuos sólidos tiene gran importancia, por lo que se recomienda acomodar los residuos sobre el apoyo inclinado de la celda correspondiente, en capas no mayores de 60 cm de espesor, ya que mientras más gruesa sea la capa, la máquina logrará menor densidad y posteriormente comprimirlos por medio del equipo mecánico pasando sobre ellos de 2 a 5 veces; ya que más de cinco pasadas no logran la suficiente densidad para que el proceso sea rentable. La operación de la compactación de los residuos sólidos debe realizarse siempre de la parte baja hacia la parte alta.

Para compactar eficientemente los residuos se recomienda que se revise constantemente que la maquinaria realice el número de pasadas convenido y la forma de hacerlo de acuerdo al método de operación; además de realizar pruebas de peso volumétrico de los residuos ya compactados, los cuales deben de llegar a  $750 \text{ kg/m}^3$  como mínimo, estas pruebas se realizarán periódicamente, con el objeto de comprobar que se lleva una buena compactación

### **Zonas por operar en la temporada**

#### ***Operación con lluvia***

La época de lluvias es el período más crítico para el manejo de los residuos sólidos, ya que las constantes lluvias hacen que el terreno se vuelva fangoso, provocando problemas en el tránsito de los vehículos, lo que ocasiona que no se llegue hasta el frente de trabajo. Debido a esto, se incrementan los costos de operación y de reparación de vehículos; para disminuir estos problemas se proponen las siguientes recomendaciones:

- Durante la época de estiaje y cercano al inicio de las primeras lluvias se deberán limpiar o hacer nuevamente las canaletas de desvío perimetral, las cuales evitarán la penetración del agua pluvial que se acumula fuera del relleno sanitario.
- Dar mantenimiento a los caminos de acceso y a la celda de depósito, con pendientes, drenajes y salidas para el agua evitando su acumulación y si es necesario colocar una capa de material que sirva como capa de rodamiento. Para mantener dichos caminos se recomienda esparcir grava, roca triturada.
- Verificar con tiempo, el frente de trabajo identificando las partes fangosas y repararlas de inmediato, prevenir y colocar material de grueso volumen para que sirva como capa de rodamiento para los vehículos que transportan residuos (terrajería).
- Por ningún motivo se debe permitir la acumulación de agua ya que esto produce a corto plazo el que el piso se torne fangoso, y si la lluvia sigue, es muy difícil restablecer nuevamente el piso mientras no termine la lluvia.
- Si el material de cobertura se encuentra dentro del relleno, se debe tener mucho cuidado de que no se deposite el que haya estado acumulado y flojo, ya que éste tiende a absorber la humedad y se formará lodo, que al momento de depositarlo en la celda de trabajo, será imposible manejarlo y ocasionará problemas en la zona del frente de trabajo, principalmente al momento de compactarlo.



- Para cubrir los residuos, se deberá utilizar el material que se corte en ese mismo instante y esperar a que se tenga un lapso de tiempo en que no llueva para extenderlo.
- El conocimiento de la precipitación pluvial es importante en la operación del relleno; como se mencionó, en el tiempo de lluvias el material de cubierta es más difícil de esparcir y de compactar. En condiciones climáticas muy adversas no es necesario que se coloque el material de cubierta.
- Para la planeación del relleno se recomienda dividir las capas en franjas e ir las ocupando durante períodos en las diferentes épocas del año, programando su uso, por ejemplo: para la estación de lluvias deberá programarse un lugar de fácil acceso para los camiones.

### ➤ **Requerimiento de vehículos para la operación del relleno**

Dentro de la operación de un relleno sanitario se tienen diversos tipos de vehículos, los cuales se requieren como equipos auxiliares, de los cuales los de mayor uso son:

#### • **Camión cisterna**

Este equipo es necesario para asentar el polvo, ya sea en los caminos de acceso y de acarreo o en el frente de trabajo del relleno. Su capacidad de alta presión, ayuda a apagar pequeños incendios, a sacar el polvo y los escombros de los radiadores y hace trabajos generales de limpieza.

#### • **Camión de combustible**

Este equipo es necesario para abastecer de combustible a la maquinaria que se utiliza dentro del relleno sanitario, tal como puede ser el tractor D6 y el cargador frontal.

### ➤ **Selección de equipo para operación del Relleno Sanitario Intermunicipal**

#### a) **Consideraciones básicas**

Con el fin de optimizar la operación del equipo que atienda todas las necesidades que demanda la operación de un relleno sanitario pequeño, tanto para el confinamiento de los residuos como para el mantenimiento del sitio, se determinó la necesidad de contar con un tractor sobre orugas, el cual dará una gran independencia al relleno sanitario, lo que se traducirá en mayores niveles de eficiencia durante la operación del mismo, ya que la versatilidad de la maquinaria seleccionada es un factor importante para ser considerado, dado que la necesidad económica requiere el uso de la menor cantidad posible de unidades.

El tractor de orugas deberá contar con una potencia tal que le permita manejar por día los residuos que se generarán en las localidades por atender.

Para determinar las características del equipo mecánico sobre orugas, que debe manejar 77 toneladas por día de basura, acudiremos a las eficiencias y rendimientos reportados por diferentes instancias con respecto a este tipo de actividades.

En el caso de los rellenos sanitarios el tonelaje es la mayor variable que interviene durante la selección de las maquinas apropiadas. Dado que en el relleno intermunicipal se depositaran aproximadamente 77 toneladas de residuos sólidos por día, de acuerdo a las especificaciones de caterpillar se debe considerar un tractor de cadenas, o un cargador de cadenas de potencia medianos, o un compactador de rellenos si se desea lograr una mayor compactación, lo que resulta en una mayor vida útil del relleno sanitario.

### **b) Tipo de maquinaria propuesta a utilizar**

De lo anterior, se desprende que para manejar aproximadamente las 77 toneladas generadas en un turno de 8 horas de trabajo, en el relleno sanitario intermunicipal se requiere un tractor sobre orugas o sobre neumáticos, de por lo menos 40 HP de potencia en el motor y con más de 15 toneladas de peso bruto.

Con base en lo anterior, se recomienda la adquisición de un tractor sobre orugas o sobre neumáticos de 140 HP de potencia en el volante, tipo Caterpillar D-6R, con 15.5 toneladas de peso, para la operación del relleno sanitario.

El tractor debe contar con hoja topadora, cabina de mandos y bandas de carriles. La hoja topadora, permitirá extender los residuos en capas uniformes, mientras que las orugas los desmenuzan y compactan.

Cabe aclarar que semanalmente, este equipo deberá ser apoyado durante 8 horas, por un cargador frontal y un vehículo de volteo, para hacer llegar al frente de trabajo, el material de cubierta, para sellar diariamente las celdas con basura.

### **c) Funciones en el proceso de confinamiento**

Las ventajas que se obtendrán al utilizar un tractor sobre orugas con mayor potencia que la necesaria, como lo es el Caterpillar "D-6R", se precisan a continuación:

- Preparación del sitio en forma expedita.
- Alta compactación de los residuos.
- Mayor versatilidad en la excavación y el transporte del material de cubierta.
- Mayores rendimientos en cuanto al esparcido y la compactación de la basura.
- Posibilidad de efectuar trabajos de limpieza en el relleno.
- Mantenimiento de caminos y terracería en general.

Con respecto a las actividades específicas que los equipos mecánicos deben efectuar para el confinamiento de los residuos, se deben señalar las siguientes:

- Acomodo y esparcido de los residuos en el frente de trabajo.
- Compactación de los residuos sólidos sobre el piso del frente de trabajo.

- Traslado a corta distancia y distribución uniforme en todo el frente de trabajo, del material que será empleado para la cobertura de los residuos sólidos, de manera que todo el frente de trabajo quede perfectamente cubierto.
- Compactación de material de cubierta de los residuos sólidos, una vez que se encuentre perfectamente distribuido sobre ellos en el frente de trabajo, todo ello de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas para tal fin en el manual de operación.
- Afine y conformación detalladas del frente de trabajo, hasta que quede bien terminada la celda diaria.

Otra de las actividades de apoyo a realizar por la maquinaria es el acondicionamiento, conservación y mejoramiento del sitio, en términos generales, el equipo mecánico debe cumplir con lo siguiente:

- Conformación y mantenimiento de los caminos interiores de carácter temporal, de tal modo que permitan un tránsito más fluido dentro del relleno sanitario.
- Conformación y mantenimiento de cunetas, así como de otras obras de desvío de aguas pluviales.
- Acondicionamiento y afine de taludes.
- Afloje del material de cubierta acumulado en montones.
- Movimiento del material aflojado, a distancias menores de 100 m al trasladarlo hacia el frente de trabajo.
- Mantenimiento general del relleno sanitario

### ➤ **Equipos de apoyo.**

- **Retroexcavadora y cargador frontal**

La retroexcavadora es también llamada zanjadora y cuenta con un bastidor, el cual soporta un motor diesel que a la vez acciona el sistema hidráulico que moverá el brazo. Este tipo de maquinaria además de construir zanjas, sirven para manipular residuos y cargar basura en las estaciones de transferencia, debido a su capacidad de trabajar en espacios reducidos, rapidez de elevación y precisión en su control, les permite aumentar su eficacia en los trabajos más difíciles, además de que se pueden equipar con la gran variedad de plumas, brazos, cucharones, garfios y otros elementos disponibles. Estas máquinas son de alta capacidad de excavación y rendimiento de carga, en los rellenos sanitarios se usan para excavar, abrir zanjas, separar la basura y tender tuberías de drenaje.

### ➤ **Horas pico de operación**

El funcionamiento adecuado del relleno en las horas pico depende en gran medida de las dimensiones del frente de trabajo, como se mencionó en el cuadro 5.1.3., este depende del número de vehículos que llega al relleno sanitario.

Dentro de las horas pico de operación se debe extremar la vigilancia para que los residuos sean depositados en el sitio que le corresponde, asimismo se debe evitar, la presencia de contratiempos debidos al tráfico de vehículos.

**6.6 Manual de organización**

**6.6.1 Personal requerido**

La organización de la operación de un relleno sanitario es de suma importancia. En ella el personal que participa debe tener la capacitación adecuada y debe tener asignadas perfectamente sus funciones, las cuales se presentan en el cuadro No. 6.3.

**Cuadro No. 6.3**  
**Personal mínimo en un relleno sanitario**

| <b>Cargo</b>                                   | <b>Actividad y función</b>   |
|--|--|
| <b>Jefe de operación del relleno sanitario</b> | Es la persona responsable del relleno sanitario, tiene a su cargo establecer la planeación y la programación, observar el avance, así como tomar las medidas necesarias para la conservación, mantenimiento y operación del mismo. Otras actividades que tiene a su cargo, es establecer los días y horarios del funcionamiento del relleno y en coordinación con el operador definir los frentes de operación. Asimismo ordenar los suministros de combustibles, aceites, grasas, reparaciones y refacciones para composturas menores de la máquina y proporcionar el equipo de protección para el personal que labore en el relleno. |
| <b>Secretaría</b>                              | Esta persona permanecerá en la oficina del jefe de operación del relleno, es la encargada de archivar todo lo relacionado al costo, funcionamiento, información técnica y administrativa del relleno, así como contestar la correspondencia relativa al relleno sanitario.   |
| <b>Chofer de camioneta</b>                     | Es el trabajador encargado de abastecer de combustible, refacciones, aceites, agua para la operación y mantenimiento del equipo mecánico, también debe transportar al personal que trabaje en el relleno, desde el palacio municipal hasta el relleno y cuando se requiera desarrollará actividades de mensajero.  |
| <b>Encargado de control (pesador)</b>          | Es el encargado de operar la báscula en caso de que exista, por medio del impresor de boletos, asimismo debe reportar las fallas de la báscula al jefe del relleno e informar diariamente de la cantidad de residuos pesados, llevando un control de cada viaje y camión recolector. Tendrá a su cargo los trámites administrativos del personal, tales como tarjetas de control y a través de él se solicitará el suministro de combustibles y materiales, también debe vigilar las entradas y salidas de los materiales que se tengan en la bodega.  |

**Cuadro No. 6.3**  
**Personal mínimo en un relleno sanitario**

| <b>Cargo</b>                               | <b>Actividad y función</b>  |
|--|---|
| <b>Vigilante</b>                           | Su principal función es abrir y cerrar las puertas de acceso a los camiones, así como llevar los registros y listas de los movimientos efectuados diariamente, se recomienda tener a dos vigilantes como mínimo para cumplir con los turnos.  |
| <b>Operador de bulldozer</b>               | Es el trabajador que tiene a su cargo revisar el funcionamiento del tractor y conducir la máquina para mover tierra, desmontar, excavar y nivelar, también debe indicar a los chóferes de los camiones de recolección el lugar donde descargar los residuos sólidos, esto de acuerdo al frente de trabajo y al método del relleno. Finalmente deberá extender y compactar la celda formada en un día con el material producto de la excavación o de un banco de préstamo. |
| <b>Ayudante del operador del bulldozer</b> | Es quién efectúa labores de lubricación, limpieza y mantenimiento de las partes móviles del tractor, dentro de sus funciones esta lavar el motor, revisar los niveles de combustible, aceite del carter y caja de velocidades. Es el encargado de transmitir las instrucciones del operador a los chóferes de los camiones recolectores, sobre el sitio exacto en donde deberán descargar los residuos.   |

### 6.6.2 Seguridad e higiene

Los aspectos de seguridad e higiene son fundamentales en la operación del relleno sanitario. En seguida se presentan los aspectos fundamentales para reducir el número de accidentes que pueden ocurrir en la operación del relleno.

#### a) Sistema de señalamientos

Para el correcto funcionamiento dentro del relleno sanitario, será indispensable el contar con señalamientos que ayuden a agilizar la vialidad y faciliten la operación. Así mismo, se deberá contar con señalamientos de higiene y seguridad que contribuyan a evitar accidentes. Este sistema deberá basarse en la simbología aceptada nacionalmente, la cual incluye figuras y colores estandar. Estos señalamientos deberán ubicarse en puntos estratégicos y de fácil visualización; deberán de estar hechos de un material que resista la intemperización de fenómenos climatológicos, además deberán de situarse en lugares donde no se obstruya la operación habitual del relleno.

Estas propuestas no serán limitativas y podrán modificarse de acuerdo a la operación del sitio.

### **Tipos de señalamientos**

En este concepto pueden distinguirse tres subclases distintas las cuales son presentadas en el plano nombrado Simbología.

#### **1. Viales**

##### ***Informativos***

Se refiere a aquellos que proporcionan información sobre algún punto en particular, por ejemplo distancia al sitio de tiro, celda en uso, límite de velocidad, etc.

##### ***Directivos***

Estos señalamientos engloban aquellos que guiarán al conductor del vehículo a través del relleno sanitario a una zona determinada por ejemplo, entrada al relleno, zona de báscula, zona de tiro, etc.

##### ***Preventivos***

Advierten al conductor y al personal de campo sobre situaciones que pueden ser peligrosas a fin de que tomen las medidas preventivas convenientes, por ejemplo:

#### **2. Seguridad**

Estos corresponden a la operación propia del relleno sanitario y su objetivo es reducir al mínimo la posibilidad de algún percance tanto para el personal operativo como para el de campo

#### **3. Higiene**

Éstos están dirigidos al personal que labora dentro del relleno sanitario a fin de garantizar las mayores condiciones higiénicas dentro de las instalaciones.

#### **6.7.1 Programa de mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria.**

En este apartado se presentan las bases para elaborar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y la maquinaria a utilizar en la operación del relleno.

#### **6.7.2 Conceptos de mantenimiento**

El mantenimiento es el conjunto de actividades que se ejecutan con el objeto de prevenir averías prematuras de los equipos y la maquinaria.

##### **A).- Mantenimiento preventivo**

Es el conjunto de actividades programadas que se realizarán para mantener a la maquinaria y a los equipos en condiciones adecuadas de operación y evitar que se presenten daños que tengan como consecuencia la discontinuidad de las operaciones del relleno sanitario, así como para asegurar su adecuado funcionamiento durante la vida útil programada de los equipos.

Las principales actividades rutinarias de mantenimiento correctivo son las siguientes:

a) Báscula

Actividad a efectuar:

Semanal

1. Verificar niveles de líquido en el sistema hidráulico
2. Verificar la exactitud del peso y calibrar en caso de ser necesario
3. Verificar conexiones eléctricas
4. Inspección para verificar que no se tenga basura en los mecanismos.

Mensual

1. Limpieza general de la bascula
2. Lubricación

Semestral

1. Limpieza general
2. Lubricación
3. Recubrimiento con pintura de las partes desgastadas y si es necesario, pintura general con recubrimiento epóxico, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

b) Bombas sumergibles

Actividades a efectuar

Diario

1. Verificar condiciones de voltaje, corriente y presiones de succión y descarga.

Mensual

1. Revisar sello de cable eléctrico
2. Revisar sello mecánico inferior
3. Lubricación

Trimestral

1. Revisión de impulsor y sellos mecánicos.
2. Limpieza y lubricación

Semestral

1. Limpieza y pintura exterior
2. Limpieza y lubricación interior

c) Alumbrado interior y contactos.

Actividades a efectuar

Mensual

1. Revisión de luminarias

Semestral

1. Limpieza y revisión de centro de carga
2. Limpieza y revisión de luminarias
3. Comprobación de la fijación y sellado de luminaria
4. Revisión de contactos
5. Comprobación y/o identificación de circuitos y su operación, en centros de carga
6. Apriete de cableado de interruptores termo magnéticos
7. Limpieza de terminales de interruptores termo magnéticos
8. Apriete de tortillería de cables y barra de tierra

d) Alumbrado exterior

Actividades a efectuar

Mensual

1. Comprobación de la operación de luminaria

Semestral

1. Revisión de balastras
2. Limpieza de difusor de luminaria
3. Limpieza y apriete de conexiones eléctricas

Anual

1. Aplicación de pintura a postes de alumbrado.

e) Maquinaria



### Actividades a realizar

#### Diario

1. Inspección del sistema motriz
2. Inspección del sistema hidráulico
3. Limpieza general del sistema motriz
4. Revisión de niveles de aceite
5. Revisión de radiador

#### Semanal

1. Lavado y engrasado
2. Lubricación

#### Mensual

1. Revisión de los mecanismos del control
2. Revisión del sistema hidráulico
3. Revisión del sistema eléctrico
4. Cambio de filtro de aceite (c/ 200 hrs de trabajo)
5. Cambio de filtro de aire (c/ 200 hrs de trabajo)

#### Semestral

1. Afinación del motor
2. Servicio general

#### Anual

1. Reposición de partes desgastadas (de acuerdo a la recomendación del fabricante)
2. Pintura y capa protectora de la misma (de acuerdo a especificaciones del fabricante)

### B) Mantenimiento correctivo

Como consecuencia de un escaso o inadecuado mantenimiento preventivo y de los incidentes que ocurren en la operación debido a fallas o a eventos contingentes, que provocan daños a los equipos y a la misma maquinaria, se debe proporcionar de forma inmediata de mantenimiento correctivo reparando los daños ocurridos.

Las reparaciones se deben realizar con el personal especializado y con las herramientas apropiadas. Se debe atender a las instrucciones del fabricante. De ser requerido debe llamarse a los técnicos especializados del distribuidor o fabricante del

equipo; lo anterior es indispensable cuando todavía está vigente la garantía de operación.

El mantenimiento correctivo se realizará en forma inmediata cuando algunos de los equipos o de la maquinaria presente fallas en la operación o inclusive quede totalmente fuera de operación.

Siempre deberá tenerse en existencia las partes y refacciones indispensables y aquellas que, de acuerdo a las recomendaciones del proveedor y de la propia experiencia de los operadores, sean de uso más frecuente.

Deberá llevarse una bitácora de la frecuencia y del tipo de reparación que se realiza a cada equipo, así como las causas de las descomposturas, con el fin de determinar si existen defectos de fabricación de los equipos o bien es debido a una inadecuada operación, o a escaso mantenimiento preventivo, o bien a las condiciones propias de trabajo existente.

**Cuadro No. 6.4**  
**Equipo de protección para el personal del relleno sanitario**

| <b>Cargo</b>                            | <b>Equipo de protección</b> |               |                       | <b>Importe (\$)</b> |
|---|-----------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
|   | Descripción                 | Cantidad /año | Costo por unidad (\$) |                     |
| Jefe de operación del relleno sanitario | Casco de protección         | 1             | 350.00                | 350.0               |
|   | Cubre bocas                 | 365           | 10.00                 | 3,650.00            |
|   | Tapones auditivos           | 25            | 15.00                 | 375.00              |
|   | Botas Industriales          | 6             | 250.00                | 9,000.00            |
| Secretaría                              | Cubre bocas                 | <b>52</b>     | 10.00                 | 520.00              |
|   | Tapones auditivos           | <b>12</b>     | 15.00                 | 180.00              |
| Chofer de camioneta                     | Ropa de Trabajo (Overol)    | 12            | 280.00                | 3,360.00            |
|   | Botas Industriales          | 6             | 250.00                | 1,500.00            |
| Encargado de control (pesador)          | Casco de protección         | 1             | 350.00                | 350.00              |
|   | Cubre bocas                 | 365           | 10.00                 | 3,650.00            |
|   | Tapones auditivos           | 25            | 15.00                 | 375.00              |
|   | Ropa de trabajo (Overol)    | 12            | 280.00                | 3,360.00            |
|   | Botas Industriales          | 6             | 250.00                | 1,500.00            |
|   | Chaleco reflejante          | 2             | 150.00                | 300.00              |
| Vigilante                               | Uniforme de trabajo         | 12            | 280.00                | 3,360.00            |
|   | Botas Industriales          | 6             | 250.00                | 1,500.00            |

## VI.- PLAN DE OPERACIÓN

| <b>Cargo</b>          | <b>Equipo de protección</b>         |                     |        | <b>Importe<br/>(\$)</b> |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------|--------|-------------------------|
| Operador de bulldozer | Casco de protección                 | 1                   | 350.00 | 350.00                  |
|                       | Cubre bocas                         | 365                 | 10.00  | 3,650.00                |
|                       | Tapones auditivos                   | 25                  | 15.00  | 375.00                  |
|                       | Faja                                | 2                   | 100.00 | 200.00                  |
|                       | Guantes de carnaza                  | 12                  | 40.00  | 480.00                  |
|                       | Ropa de trabajo (Overol)            | 12                  | 280.00 | 3,360.00                |
|                       | Botas Industriales                  | 6                   | 250.00 | 1,500.00                |
|                       | Ayudante del operador del bulldozer | Casco de protección | 1      | 350.00                  |
|                       | Cubre bocas                         | 365                 | 10.00  | 3,650.00                |
|                       | Tapones auditivos                   | 25                  | 15.00  | 375.00                  |
|                       | Faja                                | 2                   | 100.00 | 200.00                  |
|                       | Guantes de carnaza                  | 12                  | 40.00  | 480.00                  |
|                       | Ropa de trabajo (Overol)            | 12                  | 280.00 | 3,360.00                |
|                       | Botas Industriales                  | 6                   | 250.00 | 1,500.00                |
|                       | Chaleco reflejante                  | 2                   | 150.00 | 300.00                  |

Total por año     **53,460.00**

## CAPITULO SÉPTIMO

### COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES

#### Estimación de costos de construcción y de operación y mantenimiento del relleno sanitario

La construcción y operación del relleno sanitario está dividido en 2 etapas, la primera comprende un período de 5 años (1 al 5), la segunda un período de 5 años (6 al 10), ya que la vida del proyecto es de 10 años. En cada etapa se van a invertir los montos totales correspondientes más los gastos de operación y mantenimiento.

#### a) Costos de construcción del relleno sanitario

Dentro de la serie de conceptos de costos de un relleno sanitario, destacan las inversiones que se deben realizar para las obras de construcción, adquisición o instalación necesaria, tales como:

- Obras de infraestructura para el acondicionamiento del terreno, como las de drenaje y los caminos de acceso.
- Edificaciones para la operación del relleno sanitario, como oficinas, casetas de cobro y vigilancia, almacenes, talleres y servicios.
- Adquisición de maquinaria y equipo.

Estas inversiones deberán amortizarse durante la vida útil del relleno sanitario, excepto las efectuadas por la adquisición de maquinaria y equipo, las cuales deberán amortizarse en un plazo aproximado de 5 años.

Así para conocer la inversión total en el relleno, se aplica la siguiente ecuación.

$$L_t = C_t + C_p + C_c + C_m + C_o$$

Donde:

$L_t$  = Inversión total en el relleno sanitario

$C_t$  = Costo de adquisición del terreno

$C_p$  = Costo de acondicionamiento del predio que incluye: despalme, desenraicé, excavaciones, membrana, movimientos de tierras y caminos de acceso

$C_c$  = Suma de costos de edificación de cerca perimetral y móvil, de caseta de cobro, de edificios administrativos y de pesaje, cobertizo y cimentación de báscula

$C_m$  = Suma de costos de adquisición de báscula, equipo pesado como los tractores, compactadores, herramienta menor y equipo de oficina

## VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES

$C_o$  = Suma de costos de obras de protección para el manejo y captación de aguas pluviales, lixiviados y biogás

Como se describe en la fórmula anterior, los costos de inversión son aquellos en que se incurrirá desde el momento en que se adopta la decisión de llevarlo a cabo.

Mientras que para conocer el costo de operación en el relleno se utiliza la siguiente fórmula:

$$CO = S_s + A_e + C_l + R_m + M_r + G_a$$

Donde:

CO = Costo de operación en el relleno

$S_s$  = Salario y prestaciones de los operarios

$A_e$  = Costo de arrendamiento de equipo y maquinaria

$C_l$  = Costo de combustibles y lubricantes

$R_m$  = Costo de reparaciones y mantenimiento preventivo

$M_r$  = Costo de material de cubierta (en caso de no estar disponible en el predio)

$G_a$  = Gastos administrativos: sueldos y prestaciones del personal administrativo, gastos de papelería y mantenimiento de oficina, costo de servicio (luz, agua, teléfono).

El costo total unitario en \$/ton se puede calcular como:

$$CI_u = \frac{C_t + C_p + C_c + C_o}{V_u} + \frac{C_m}{V_{um}}$$

$$CO_u = \frac{S_s + A_e + C_l + R_m + M_r + G_a}{P}$$

Donde:  $CI_u$  = Costo de inversión por unidad  
 $V_u$  = Vida útil del relleno sanitario, es la capacidad de residuos sólidos y se expresada en toneladas =  $80 \frac{ton}{día} * 312 \frac{día}{año} * 10 años$   
 $V_{um}$  = Vida útil de la maquinaria =  $80 \frac{ton}{día} * 312 \frac{día}{año} * 5 años$   
 $CO_u$  = Costo de operación por unidad  
 $P$  = La cantidad de toneladas de residuos, que manejará el relleno en el lapso del tiempo en el que se desee conocer el costo =  $80 * 365$

Cabe aclarar, que sólo las inversiones efectuadas por la adquisición de maquinaria y equipo se amortizaron en un plazo aproximado de 5 años, las demás se amortizaron durante la vida útil del relleno.

## VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES

Los costos de inversión total se muestran en los cuadros siguientes, de acuerdo a cada etapa del proyecto.

**Cuadro 8.1 Resumen de costos de construcción del relleno sanitario**

| SUBAREA DE PROYECTO      | CONCEPTO                         | PRIMERA ETAPA (\$) AÑO 1 A 5 | SEGUNDA ETAPA (\$) AÑO 6 A 10 | TOTALES (\$)         |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| OBRA CIVIL               | Cerca de alambre                 | 57,378.00                    | 0.00                          | 57,378.00            |
|                          | Fosa séptica                     | 10,000.00                    | 0.00                          | 10,000.00            |
|                          | Cisterna                         | 10,000.00                    | 0.00                          | 10,000.00            |
|                          | Terreno                          | 1,188,000.00                 |                               | 1,188,000.00         |
|                          | Drenaje pluvial                  | 123,046.44                   | 0.00                          | 123,046.44           |
|                          | Caminos interiores y entronque   | 318,558.80                   | 0.00                          | 318,558.80           |
|                          | Celdas municipales               | 1,340,000.00                 | 1,313,500.00                  | 2,653,500.00         |
|                          | Sistema de control de biogás     | 173,475.12                   | 173,475.12                    | 346,950.24           |
|                          | Sistema de control de lixiviados | 321,499.75                   | 1,696,825.91                  | 2,018,325.66         |
|                          |                                  | <b>SUBTOTAL</b>              | <b>3,541,958.11</b>           | <b>3,183,801.03</b>  |
| EQUIPO MECÁNICO DIGITAL  | Tractor D-6                      | 2,816,010.00                 |                               | 2,816,010.00         |
|                          | Camión volteo                    | 400,000.00                   |                               | 400,000.00           |
|                          | Báscula electrónica              | 165,124.00                   |                               | 165,124.00           |
|                          | Explosímetro                     | 15,000.00                    |                               | 15,000.00            |
|                          | Medidor de Flujo                 | 10,000.00                    |                               | 10,000.00            |
|                          | Termómetro                       | 5,000.00                     |                               | 5,000.00             |
|                          |                                  | <b>SUBTOTAL</b>              | <b>3,411,134.00</b>           | <b>0.00</b>          |
| INSTALACIONES ELECTRICAS | Iluminación                      | 677,250.00                   | 0.00                          | 677,250.00           |
|                          | Obra civil para inst. electricas | 15,000.00                    | 0.00                          | 15,000.00            |
|                          | <b>SUBTOTAL</b>                  | <b>692,250.00</b>            | <b>0.00</b>                   | <b>692,250.00</b>    |
| ARQUITECTONICO           | Caseta de vigilancia             | 88,020.50                    | 16,500.00                     | 104,520.50           |
|                          | Báscula y caseta de pesaje       | 68,525.00                    | 7,875.00                      | 76,400.00            |
|                          | Edificio de operación y mant.    | 63,845.00                    | 0.00                          | 63,845.00            |
|                          | Oficinas y área de servicios     | 211,865.00                   | 966,900.00                    | 1,178,765.00         |
|                          | Proyecto paisajístico            | 10,000.00                    | 60,000.00                     | 70,000.00            |
|                          | Señalamientos                    | 15,000.00                    | 80,000.00                     | 95,000.00            |
|                          |                                  | <b>SUBTOTAL</b>              | <b>457,255.50</b>             | <b>1,131,275.00</b>  |
|                          |                                  | <b>8,102,597.61</b>          | <b>4,315,076.03</b>           | <b>12,417,673.64</b> |

## VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES

De acuerdo a los cuadros presentados anteriormente, se observa que la inversión total para el relleno sanitario es de \$ 27,073,202.02 (\$ 7,355,244.71 para la primera etapa, \$ 8,132,145.37 para la segunda etapa y \$ 11,585,811.94 para la tercera etapa).

### b) Costos de operación y mantenimiento del relleno sanitario

Los costos de operación y mantenimiento se obtuvieron siguiendo las formulas anteriormente descritas. En las hojas anexas se presenta un cuadro resumen de los “Costos de operación y mantenimiento”, la cual contiene los siguientes conceptos:

- Costos de los salarios y prestaciones de los operadores (Ss)

Para obtener estos costos, se consideraron para las tres etapas del proyecto 1 jefe de operación, 4 operadores de maquinaria pesada con sus respectivos ayudantes, para dos turnos de 8 horas al día. Además, en el caso de la tercera etapa, se integra un operador de camión de volteo a partir del año 8, el cual operará dicho camión para el acarreo del material de cobertura dentro del relleno. Los sueldos considerados son los siguientes:

**Cuadro 8.2 Sueldos considerados**

| Personal               | Etapas    |           |            | Salario diario |
|------------------------|-----------|-----------|------------|----------------|
|                        | Primera   | Segunda   |            |                |
|                        | Año 1 a 5 | Año 6 a 7 | Año 8 a 10 |                |
| Jefe de Operación      | 1         | 1         | 1          | 255.34         |
| Operador (maq. pesada) | 4         | 4         | 4          | 250.00         |
| Ayudante               | 4         | 4         | 4          | 84.95          |

Nota: En el caso de las prestaciones se consideró un 30% anual, adicional al salario, de acuerdo a lo establecido por la ley Federal del Trabajo.

- Costo de arrendamiento de equipo y maquinaria (Ae)

En estos costos se consideró en cada una de las etapas, la renta semanal de una pipa de agua de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, con la cual se llenará la cisterna para dar servicio a las oficinas, sanitarios, etc. El costo semanal de este servicio es de \$2,600 (incluyendo el costo del viaje).

También se consideró para la primera etapa y para los dos primeros años de la segunda etapa (años 6 a 7), la renta de un camión de volteo de 5 m<sup>3</sup> de capacidad por \$ 1,000.00 diarios, para el acarreo del material de cobertura. Para los demás años, se rehabilitará un camión de volteo de los existentes en las poblaciones por un valor de \$ 122,500.00 para realizar dicha función, por lo que ya no será necesaria la renta de este equipo.

## VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES

- Costos de combustibles y lubricantes (CI)

Para el cálculo de estos costos, se consideró para cada una de las etapas del proyecto, un costo de \$4.39/Lt de diesel y de \$30.00/Lt de lubricantes, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

- Costos de reparaciones y mantenimiento preventivo (Rm)

Para el cálculo de estos costos, se consideró un 5% del costo total de adquisición de cada uno de los equipos para la reparación y mantenimiento y de 35% para la rehabilitación de los mismos, para cada una de las etapas del proyecto.

- Costo de material de cubierta (Mr)

Se asume de \$0.00 en todas las etapas, ya que éste se encuentra contemplado en la construcción del relleno sanitario.

- Gastos administrativos (Ga)

Dentro de los gastos administrativos se consideraron los siguientes: Luz, teléfono, sueldos y prestaciones del personal administrativo, papelería y los análisis de lixiviados y biogás. Estos últimos se incluyeron en esta sección administrativa, ya que se realizarán cada 6 meses. El servicio de agua, está considerado dentro del arrendamiento de equipo y maquinaria.

Para la energía eléctrica, se asumió un valor de \$ 0.55/KWH. Los gastos de teléfono se estimaron en \$1,500.00 mensuales. Los análisis de lixiviados y biogás tienen un costo de \$4,000.00 (incluyen DBO, DQO, COT, bacteriológicos, metales pesados y cromatografía de gases).

Dentro del personal administrativo se incluyó la siguiente plantilla, la cual fue determinada con base en el personal mínimo que debe tener un relleno sanitario. Los salarios son los siguientes:

| <b>Descripción</b>             | <b>Sueldo/día</b> |
|--------------------------------|-------------------|
| Mecanógrafa                    | 103.16            |
| Chofer de camioneta            | 189.25            |
| Encargado de control (pesador) | 141.83            |
| Vigilante                      | 141.83            |

A continuación se presentan los costos anuales de operación y mantenimiento, así como los costos totales unitarios para el relleno sanitario, para cada una de las etapas.

La distribución en el tiempo de los costos de construcción y de operación y mantenimiento para el relleno sanitario se presenta a continuación:



**VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

**Cuadro 8.3 Costos anuales de operación y mantenimiento del relleno sanitario**

| DESCRIPCION   |                     |                     |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|   | AÑO 1               | AÑO 2 A 5           | AÑO 6 A 7           | AÑO 8               | AÑO 9 A 10          |
| Ss (Costo de salarios y prestaciones de los operarios)                        | 635,735.10          | 635,735.10          | 635,735.10          | 714,521.08          | 714,521.08          |
| Ss (Costo de salarios y prestaciones del jefe del relleno)                    | 121,158.83          | 121,158.83          | 121,158.83          | 121,158.83          | 121,158.83          |
| Ae (Costo de arrendamiento de camión de volteo)                               | 400,000.00          | 400,000.00          | 400,000.00          |                     |                     |
| Ae (Costo de arrendamiento de pipa de agua)                                   | 124,800.00          | 124,800.00          | 124,800.00          | 124,800.00          | 124,800.00          |
| Cl (Costo de combustible y lubricante)  | 664,286.40          | 664,286.40          | 664,286.40          | 889,015.20          | 889,015.20          |
| Rm (Costo de reparación)  | 982,278.50          |                     |                     | 140,000.00          |                     |
| Rm (Costo de mantenimiento)   | 166,656.70          | 166,656.70          | 166,656.70          | 184,156.70          | 184,156.70          |
| Mr (Costo de material de cubierta en caso de no estar disponible en el sitio) | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00                |
| Ga (Gastos administrativos)   | 84,130.76           | 84,130.76           | 84,130.76           | 84,130.76           | 84,130.76           |
| Ga (Implementos de personal)  | 10,400.00           | 10,400.00           | 10,400.00           | 11,700.00           | 11,700.00           |
| Ga (Sueldos administrativos)  | 273,345.22          | 273,345.22          | 273,345.22          | 273,345.22          | 273,345.22          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2,480,513.01</b> | <b>2,480,513.01</b> | <b>2,480,513.01</b> | <b>2,402,827.79</b> | <b>2,402,827.79</b> |

**Cuadro 8.4 Costos anuales de Capital, operación y mantenimiento.**

| <i>Etapa</i>   | <i>Año</i> | <i>Costo capital de Rehabilitaciones</i> | <i>Costo Anual de Operación y Mantenimiento</i> | <i>TOTAL</i>         |                      |
|----------------|------------|--|---|----------------------|----------------------|
| <i>Primera</i> | 1          | 8,102,597.61                             | 982,278.50                                      | 2,480,513.01         | 11,565,389.12        |
|                | 2          |  |   | 2,480,513.01         | 2,480,513.01         |
|                | 3          |  |   | 2,480,513.01         | 2,480,513.01         |
|                | 4          |  |   | 2,480,513.01         | 2,480,513.01         |
|                | 5          |  |   | 2,480,513.01         | 2,480,513.01         |
| <i>Segunda</i> | 6          | 4,315,076.03                             |   | 2,480,513.01         | 6,795,589.04         |
|                | 7          |  |   | 2,480,513.01         | 2,480,513.01         |
|                | 8          |  | 122,500.00                                      | 2,402,827.79         | 2,525,327.79         |
|                | 9          |  |   | 2,402,827.79         | 2,402,827.79         |
|                | 10         |  |   | 2,402,827.79         | 2,402,827.79         |
| <b>TOTAL</b>   |            | <b>12,417,673.64</b>                     | <b>1,104,778.50</b>                             | <b>24,572,074.44</b> | <b>38,094,526.58</b> |

### 7.2.-Catalogo de especificaciones

Para los conceptos contenidos en el catalogo de obra, se elaboraron especificaciones técnicas, tomando como base las especificaciones generales de construcción de la Comisión Nacional del Agua. Cuando no se encontraron editadas especificaciones técnicas particulares, se elaboraron en forma especifica.

#### **Limpieza y trazo en el área de trabajo**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por limpieza y trazo a las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de este concepto está implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

#### **Despalme**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por despalme la remoción de las capas superficiales de terreno natural cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentren localizadas sobre los bancos de préstamo. También se entenderá por despalme la remoción de capas de terreno inadecuadas para construcciones de todo tipo.

Se denominara banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción de las obras.

#### **Excavación de zanjas**

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a dureza del material se entenderá por material común, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Se entenderá por roca fija la que se encuentra en mantos con dureza y contextura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente sino con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cúbico.

Cuando el material común se encuentra entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de esta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por excavación de zanjas la que se realice según el proyecto, para alojar la tubería de las redes de agua potable, y alcantarillado incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que se fije el arquitecto o ingeniero un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos.

Las excavaciones deberán ser atinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 (cinco) cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la misma profundidad señalada y con la pendiente de proyecto.

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas. La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación. El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan. El afine de los últimos 10 (diez) cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería, sino por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo afine antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común, para alojar tuberías de concreto que no tenga la consistencia adecuada a juicio del ingeniero, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que la tubería apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o conchas que alojen las campanas o cajas que formaran las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

El ingeniero deberá vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación hasta aquel en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de 7 (siete) días de calendario. Cuando la excavación de zanjas se realice en rica fija, se permitirá el uso de

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del ingeniero. El uso de explosivos se restringirá en aquellas zonas en que su utilización pueda causar perjuicios a las obras, o bien cuando por usarse explosivos dentro de una población se causen daños o molestias a sus habitantes.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del ingeniero este ordenará al contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor.

Las características y forma de los ademes y puntales serán fijados por el ingeniero sin que esto releve al contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos. El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademe o apuntalamiento. El criterio constructivo del contratista será de única responsabilidad y cualquier modificación, no será motivo de cambio en el precio unitario, deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir.

En la definición de cada concepto queda implícito el objetivo de la Comisión, el Contratista debe proponer la manera de ejecución y variación aún a petición de la Comisión (por improductivo) no será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de válvulas, pozos, etc. ), serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El contratista deberá tomar en cuenta que la excavación no rebasará los 200 mts., adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito. Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por las excavaciones, es función de la sección teórica del Proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

### **Relleno de excavaciones de zanjas**

Se entenderá por relleno “sin compactar” al que se haga por simple depósito de material para relleno con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por relleno compactado aquel que se forme colocándose el material en capas sensiblemente horizontales del espesor que se señale en el proyecto, pero en ningún caso las capas deberán de rebasar un espesor de 15 cm., con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba proctor. para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie, mediante medios manuales ó mecánicos.

### Construcción de pozos de visita

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderán por pozos de visita las estructuras diseñadas y determinadas para permitir el acceso de al interior de las tuberías de alcantarillado, especialmente para las operaciones de su limpieza.

Estas estructuras serán construidas en los lugares en que señale el proyecto y/u ordene el ingeniero durante el curso de la instalación de las tuberías, no se permitirá que existan mas del 125 (ciento veinticinco) metros instaladas tuberías de alcantarillado sin que estén terminados los respectivos pozos de visita. La construcción de la cimentación de los pozos de visita deberá de hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran desalojamientos.

Los pozos de visita se construirán según el plano y serán de mampostería común de tabique junteada con mortero de cemento y arena en proporción 1:3. Los tabiques deberán ser mojados previamente a su colocación, con juntas de espesor no mayor que 1.5 cms. Cada hilada deberá de quedar desplazada con respecto a la anterior en tal forma que no exista coincidencia entre las juntas verticales de los tabiques que las forman (cuatrapeado).

El parámetro interior se recubrirá con un aplanado de mortero cemento de proporción 1:3 y con un espesor mínimo de 1 cms., que será terminado con llana o regla y pulido fino de cemento. El aplanado se curara, se emplearan cerchas para construir los pozos y posteriormente comprobar su sección. Las intersecciones de las tuberías con estas estructuras se emboquillaran en la forma indicada en los planos o en la que prescriba el ingeniero.

Al construir la base de concreto de los pozos de visita se harán en ella los canales de media caña correspondientes, por alguno de los procedimientos siguientes:

- 1.-Al hacerse el colado del concreto de la base se formaran directamente "las medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- 2.-Se construirán de mampostería de tabique y mortero de cemento dándoles su forma adecuada, mediante cerchas.
- 3.-Se ahogaran tuberías cortadas a media caña al colarse el concreto, para lo cual se continuaran dentro del pozo los conductos del alcantarillado, colando después el concreto de la base hasta la mitad de la altura de los conductos después de que endurezca suficientemente el concreto de la base, a juicio del ingeniero.
- 4.-Se pulirán cuidadosamente, en su caso, los canales de media caña y serán acabados de acuerdo con los planos del proyecto.  
Cuando existan cajas de caída que formen parte del alcantarillado, estas se construirán junto al pozo de visita sin modificación alguna a los planos tipo de las mismas.

### **Brocales y tapas para pozos de visita**

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por colocación de brocales, tapas y coladeras a las actividades que ejecute el contratista en los pozos de visita y coladeras pluviales de acuerdo con el proyecto y/o las ordenes del ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las ordenes del ingeniero lo señalen los brocales, tapas y coladeras deberán de ser de fierro fundido. Cuando estos sean de concreto, los brocales y las tapas deberán tener una resistencia  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

### **Acarreos en carretilla y camion**

Se entenderá por acarreo de materiales, la transportación de los mismos desde el sitio de almacenamiento, hasta el lugar destinado ya sea para su ocupación o su desecho.

### **Limpieza gruesa**

Se entenderá por limpieza gruesa de obra, cuando la acumulación de materiales sobrantes de la construcción se acumulen, de tal forma que impidan el optimo desarrollo de la obra, estos desperdicios se almacenaran en un solo sitio, para que posteriormente sean llevados a su destino final en espacios fuera de la obra que se destinen para su deposito.

### **Formación de terraplenes.**

Estructuras ejecutadas con material adecuado producto de cortes o préstamos, considerándose también la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante, en terraplenes y el relleno de excavaciones adicionales abajo de las subrasante, en cortes.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. El trabajo consiste en efectuar todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno los bordos y/o las órdenes del ingeniero, o bien complementar hasta la sección de proyecto los bordos parcialmente contruidos con el material producto de las excavaciones o de banco.

Previamente a la construcción de un bordo o terraplén, el terreno sobre el cual se desplantará, deberá haber sido desmontado, despalmado y escarificado, todo ello de acuerdo con las especificaciones respectivas.

El material utilizado para la construcción de terraplenes deberá estar libre de troncos, ramas, etc., y en general de toda materia vegetal. Al efecto el ingeniero aprobará previamente los bancos de préstamo cuyo material vaya a ser utilizado para ese fin.

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

El tendido del material en capas uniformes del espesor que señale el ingeniero de acuerdo con el equipo de compactación que emplee el contratista, en la inteligencia de que la primera capa de desplante de terraplén será de un espesor igual a la mitad del espesor de las capas subsecuentes.

La escarificación, cuando se usen rodillos lisos, de la superficie de desplante y de cada capa para ligarla con la siguiente. Se entenderá por rodillos lisos los que estén provistos en su superficie de rodamiento de elementos que penetren en el terreno.

El material utilizado en la construcción de los terraplenes será colocado en tal forma que ningún punto de la sección del terraplén terminado quede a una distancia mayor de 10 cm. del correspondiente de la sección del proyecto cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática.

### **Plantillas apisonadas**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Cuando a juicio del ingeniero al fondo de las excavaciones donde se instalarán tuberías no ofrezca la consistencia necesaria para sustentarlas y mantenerlas en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal que la tubería tenga el asiento correcto, se construirá una plantilla apisonada de 10 cm. de espesor mínimo, hecha con material adecuado para dejar una superficie nivelada para una correcta colocación de la tubería.

La plantilla se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual al tiempo del pisonado se humedecerán los materiales que forman la plantilla para facilitar su compactación.

Asimismo la plantilla se podrá apisonar con pisón metálico o equipo, hasta lograr el grado de compactación estipulada.

La parte central de las plantillas que se construyan para apoyo de tuberías de concreto será construida en forma de canal semicircular para permitir que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre la plantilla.

Las plantillas se construirán inmediatamente antes de tender la tubería y previamente a dicho tendido el Contratista deberá recabar el visto bueno del ingeniero para la plantilla construida, ya que en el caso contrario éste podrá ordenar, si lo considera conveniente, que se levante la tubería colocada y los tramos de plantilla que consideren defectuosos y que se construyan nuevamente en forma correcta, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna compensación adicional por este concepto.

### **Revestimiento compactado al 90%**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.-** La construcción de los revestimientos se iniciará cuando las terracerías estén terminadas, verificándose que la descarga del material sobre las

terracerías se realice a las distancias racionales, se tendrá cuidado que el tendido de material sea de manera uniforme, salvo cuando el proyecto indique lo contrario. Cuando por las características de los materiales se requiera utilizar dos o mas bancos para la construcción del revestimiento, la mezcla se hará con equipo, con la finalidad de obtener un material uniforme.

### **Pavimentos o banquetas de concreto.**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** La construcción o reposición de pavimento o banquetas de concreto, se hará sobre una base compactada, que se paga por separado; y comprende la fabricación, colocado, vibrado y curado con curacreto o similar; de concreto con la resistencia que se señale en cada concepto; asimismo el concreto se sujetará en lo conducente a la especificación que en este mismo aparece sobre concretos, incluyendo el suministro de todos los materiales puestos en obra, así como el retiro de los sobrantes, la mano de obra y el equipo necesarios.

El acabado deberá ser igual al existente, ( liso o rayado).

### **Registros de albañal**

Los registros de albañal son pequeñas cajas o estructuras que tienen acceso a los albañales del interior de los predios, permiten la inspección de estos albañales, así como la introducción de varillas u otros dispositivos semejantes para la limpieza de los mismos, cuando tales albañales sean muy profundos, las dimensiones de los registros deberán ser tales que permitan el acceso y la maniobra de un operario

### **Mampostería**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por mampostería de piedra, la obra formada por fragmentos de roca, unidas por mortero de cemento.

Comprende el suministro de todos lo materiales que intervienen en la construcción; la piedra deberá de ser de buena calidad, homogénea, fuerte, durable y resistente a la acción de los agentes atmosféricos, sin grietas ni partes alteradas .

### **Suministro y colocación de malla electrosoldada**

Se entenderá por malla electro soldada a la estructura formada a base de retícula de separación variable, utilizando alambre de diferentes calibres con fatiga de ruptura mínima de 5800 kg/cm<sup>2</sup>., y limite elástico de 5000 kg/cm<sup>2</sup>. Los alambres deben estar soldados bajo control eléctrico de presión y calor, lo que garantizara una soldadura resistible en todos los cruces.



### **Suministro y colocación de acero de refuerzo**

Se entenderá por suministro y colocación de fierro de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar varillas de fierro de refuerzo utilizadas para la formación de concreto reforzado.

El fierro de refuerzo deberá ser enderezado en la forma más adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

Las distancias a las que se deberán de colocar las varillas de refuerzo que se indiquen en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; las varillas, deberán de ser las que se consignan en los planos.

Antes de proceder a su colocación, las superficies de las varillas y de los soportes metálicos de estas, deberán de limpiarse de oxido, polvo, grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Las varillas deberán de ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes metálicos, etc., de manera que no sufran movimientos durante el vaciado del concreto y hasta el fraguado inicial de este. Se deberá de tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo.

El acero empleado para este proyecto será de grado duro, con  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo con la norma NMX C-6.

DOBLECES: El radio mínimo de doblez deberá ser de 3 diámetros de la varilla utilizada.

TRASLAPES: La longitud mínima de traslape será de 30 diámetros, pero no menor a 80 centímetros de manera alternada.

### **Piezas especiales de acero**

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Para estos trabajos se podrán utilizar los conceptos siguientes:

- 1) Suministro, fabricación y colocación.- En este caso el contratista proporcionara todos los materiales con desperdicios, fletes y acarreos.
- 2) La fabricación.-Este punto el contratista proporciona todo lo necesario para la elaboración de la pieza.
- 3) Colocación.-En este caso únicamente se deberá de contemplar la instalación con las adecuaciones que se requieran; será proporcionada la pieza por instalar, debiendo contemplar su manejo, adecuación y colocación.

### **Muros de tabique rojo recosido.**

Muro de mampostería de tabique es la obra de albañilería formada por tabiques unidos entre sí por medio de mortero cemento-arena en proporción 1:5, para formar, lienzos, mochetas, etc.

El material empleado en los muros de tabique común deberá de ser nuevo, con bordes rectos y paralelos, con esquinas rectangulares, su estructura será compacta y homogénea. No presentara en su acabado, imperfecciones que disminuyan su resistencia o duración. En general el tabique deberá de tener un ancho igual al doble de su peralte, al ser colocados estos no presentaran aceites, grasas u cualquier otro material que impida la adherencia efectiva del mortero que se emplee en el junteo.

El mortero de cemento o cal con que sé junteara y asentaran los tabiques se compondrá de cemento y arena cernida de acuerdo con lo estipulado en el proyecto.

### **Instalación de tubería de concreto ecológica**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por instalación de tubería de concreto ecología, el conjunto de operaciones que deberá de ejecutar el contratista para colocar en los lugares que señale el proyecto y/u ordene el ingeniero, las tuberías que se requieran en la construcción de redes de líneas de conducción.

Estas operaciones incluyen las maniobras y los acarreos locales que debe de hacer el contratista para distribuirla lo largo de las zanjas.

Al recibir las tuberías y sus juntas, el contratista deberá de inspeccionarlas para cerciorarse de que el material se recibe en buenas condiciones. En caso contrario, deberá solicitar que se anote el daño ocasionado, las piezas rotas o faltantes, etc.

Se deberá de poner especial cuidado en las uniones de la tubería, procurando que estas estén limpias y libres de cualquier material extraño, igualmente se cuidara la alineación de la tubería checando los datos del proyecto, la tubería deberá ser manejada de tal forma que no resienta esfuerzos causados por flexión. Al proceder a su instalación se evitara que penetre en su interior agua o cualquier otra sustancia y que se ensucien las partes inferiores de las juntas. Cuando se presenten interrupciones de los trabajos al final de cada jornada de labores, deberá de taparse los extremos abiertos de la tubería cuya instalación no este terminada, para evitar que estas tengan contacto en su interior con material extraño.

### **Instalación de tubería de pvc**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** PVC. Son las iniciales en ingles de Poli-vinil-chlorine, adaptadas internacionalmente para denominar los productos fabricados precisamente con Cloruro de Polivinilo.

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

La conexión de un tubo a otro se efectuara con coples del mismo material así como los cambios de dirección.

Se fabricaran atraques de concreto, en los sitios en que haya cambios de dirección o de pendiente para evitar en forma efectiva movimientos de la tubería producidos por la presión hidrostática o por los golpes de ariete.

No se efectuara la prueba hasta después de haber transcurrido cinco días de haberse construido el ultimo atraque de concreto . en caso de que no haya atraques de concreto, las pruebas se efectuaran dentro de los tres días hábiles de después de terminada la instalación.

### **Instalación de tubería de polietileno de alta densidad**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** La instalación de tubería de polietileno de alta densidad, es un sistema en el que las uniones se llevan a cabo mediante termofusión; esto es calentando simultáneamente las dos partes por unir hasta alcanzar el grado de fusión necesaria, para que después con una presión controlada sobre ambos elementos, se logre una unión monolítica 100 por ciento hermética y más resistente que la propia tubería.

En la nomenclatura de la tubería de PVC, se utiliza el termino RD. Como referencia para establecer los diferentes espesores de la tubería según su rango de presión de trabajo; siendo la abreviatura la relación de dimensiones, es decir es la proporción que existe entre el diámetro exterior y el espesor mínimo de pared del tubo. De acuerdo con lo anterior, a menor numero de RD. Corresponde una pared mas gruesa en comparación con el diámetro exterior, inversamente a mayor numero de RD. Corresponde una pared más delgada en comparación con el diámetro exterior.

En la generalidad las especificaciones para la instalación de este tipo de tubería son las mismas que las de PVC.

### **Fabricación y colocación de concreto**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por concreto el producto endurecido resultante de la combinación y mezcla de cemento, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento.

El agua empleada para la fabricación del concreto, deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica o sustancias que puedan ser nocivas para el concreto y/o el acero, cumpliendo con la norma NMX C-122.

La construcción de estructuras con concreto, deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones de las estructuras que señale el proyecto y/ u ordene el ingeniero. Las dimensiones de las estructuras que señale el proyecto quedaran sujetas a las modificaciones que ordene el ingeniero cuando así lo crea conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general deberá de tener una resistencia a la compresión

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y estipulaciones del proyecto. El contratista deberá de proporcionar las facilidades necesarias para la obtención y manejo de muestra representativas para pruebas de concreto en las plantas mezcladoras.

Los diferentes tipos de mortero Pórtland, deberán de cumplir con las especificaciones físicas y químicas de acuerdo a las normas oficiales, para su posterior colocación.

**DOSIFICACIÓN.-** En el proyecto el concreto a utilizarse deberá de dosificarse de manera que proporcione una resistencia promedio a la compresión igual a la especificada mas 84 kg/cm<sup>2</sup> que minimice la frecuencia de resistencias inferiores a la especificada, o con una relación agua-cemento máxima = 0.50, lo que resulte mayor.

La resistencia a la compresión para losas, trabes y muros será de 250 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, con tamaño máximo de 20 mm. Y un revenimiento de 8 cms., +/- 2.5 para llegar a 14 cms., +/- 3.5, mediante aditivos superfluidificantes sin cloruro utilizado, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

**CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA DOSIFICADORA.-**En caso de que se utilice concreto premezclado, este deberá cumplir con: 250 N 20 8 con superfluidificantes para revenimiento 14 +/- 3.5, grado de calidad B. Conforme a NMX -C155.Y modulo de elasticidad clase 1 de NTC de RDF.

La evaluación de la resistencia a la compresión deberá basarse en cilindros que cumplan con la NMX. C-83 a la edad de 28 días.

En lo que respecta a la colocación, todo el equipo de mezclado y transporte del concreto deberá estar limpio.

Todo lugar de vaciado del concreto deberá estar exento de escombros o material extraño.

Las cimbras deberán estar adecuadamente engrasadas previo al colado deberá llevarse un registro detallado para identificar el número de mezclas producidas, su ubicación aproximada a la posición final de la estructura, la hora y fecha del colado.

### **Transporte, colocación y consolidación:**

El concreto deberá transportarse al sitio final evitando la segregación o pérdida de materiales.

El concreto deberá depositarse lo mas cerca posible de su ubicación final evitando el fraguado parcial y contaminación con materiales extraños, deberá de compactarse cuidadosamente en lugares de armados densos y esquinas de cimbras mediante vibrado mecánico.

**Curado:** Todo el concreto deberá de garantizarse con una humedad por arriba del 90% y temperatura por arriba de 10 grados, constantes durante los primeros siete días posteriores al colado.

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

### **MATERIALES ESPECIALES PARA PROTECCIÓN DE CONCRETO Y ACERO.**

Para la protección de acero de refuerzo y del concreto, se deberá de colocar una película protectora, de acuerdo con las especificaciones de la ficha técnica del fabricante, con un recubrimiento epoxico bicomponente, con 100% de sólidos, libre de solventes y resistente a ácidos denominado EPOXSEAL RA de la marca SEAL CRET o producto similar de otra marca.

### **Cimbras de madera**

**DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.** Se entenderá por cimbra de madera o “formas para concreto”, las que se empleen para confinarlo y amoldarlo a las líneas requeridas, o para

Evitar la contaminación del concreto por material que se derrumbe o se deslice de las superficies adyacentes de la excavación.

Las formas deberán de ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y la vibración del concreto, estar sujetas rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Las formas deberán de tener un traslape no menor de 2.5 cms. Con el concreto endurecido previamente del colocado y se sujetaran ajustadamente contra él de manera que al hacerse el siguiente colado las formas no se abran y se permitan desalojamientos de las superficies del concreto o pérdida de lechada en juntas. Se usaran pernos o tirantes adicionales cuando sea necesario para ajustar las formas colocadas contra el concreto endurecido.

Los moldes de madera serán en numero y diseño previamente aprobados por el ingeniero, y su construcción deberá satisfacer las necesidades del trabajo para el que se destine.

La cimbra para losas y muros en el proyecto deberá permanecer como mínimo siete días, no se permite el uso de aditivos acelerantes.

### **Suministro y colocación de pintura**

Se entenderá por pintura el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para colorear con una película elástica y fluida las superficies de lienzos de edificaciones, con la finalidad de dar protección contra los agentes físicos y químicos del medio ambiente que lo rodea.

Para el empleo de materiales, estos se acataran según las especificaciones del proyecto.

### **Vidriería**

Se deberá entender por vidriería; el suministro, recorte, colocación y fijación de las piezas de vidrio de acuerdo con espesores y características señaladas en el proyecto.

### **Suministro e instalación de herrería**

Herrería es el trabajo de armado ejecutado con piezas metálicas a base de perfiles laminados, forjados, tubulares o troquelados para formar elementos cuya finalidad será la de protección. Los materiales utilizados de herrería, deberán de ser nuevos y estar en óptimas condiciones.

### **Instalación de muebles sanitarios**

Se entenderá por instalación de muebles sanitarios el conjunto de operaciones que deberá de ejecutar el contratista, para colocar, amacizar, conectar y probar cada uno de los muebles sanitarios dejándolas en condiciones de funcionamiento óptimo.

### **Suministro y colocación de impermeabilizante integral**

Comprende el suministro de un impermeabilizante integral, cuyo fabricante sea de reconocida capacidad técnica, mismo que se adicionara al concreto durante su fabricación en la forma y propósito estimulada por el fabricante.

### **Pisos lambrines y zoclos**

Lambrin de mosaico y azulejo, es la obra de albañilería que se ejecuta en los lienzos de los muros y pisos con la finalidad de darles protección contra la humedad y el uso en la circulación.

Zoclo es una obra que se construye en la parte inferior de los tableros de los muros, constituyendo su acabado final un elemento de protección.

### **Aplanados y emboquillados**

Aplanado es la obra de albañilería, consiste en la aplicación de un mortero sobre la superficie del repellado para afinarlas y protegerlas de la acción del interperismo y con fines decorativos.

El proporcionamiento del mortero, será especificado en proyecto. Previamente a la aplicación del aplanado las superficies de los muros se humedecerán a fin de evitar pérdidas de agua en la masa del mortero para el aplanado. La ejecución de los aplanados será realizada empleando una llana metálica a plomo y regla a los espesores del proyecto, teniendo especial cuidado de que los repellados aplicados previamente a los lienzos de los muros o en las superficies de concreto se encuentren todavía húmedos.

### **Acabados de azoteas**

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Acabados de azoteas es el conjunto de obras de albañilería que ejecutara el contratista, con la finalidad de impermeabilizar los techos y dar libre

## **VII.- COSTOS DE INVERSIÓN Y CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES**

---

salida a las aguas pluviales, por lo cual sobre los mismos se colocaran terrados, enladrillados y/o chaflanes, según lo señalado en el proyecto.

### CAPITULO OCTAVO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1.-Conclusiones

Durante la investigación y elaboración de este trabajo de acuerdo a sus Objetivos Particulares y Alcances, se llegó a las siguientes conclusiones:

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable y depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas.

La Generación Per cápita es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían. En términos gruesos, la Generación Per cápita varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros elementos, como los periodos estacionales y las actividades predominantes también afectan.

La mayoría de los residuos terminan convirtiéndose en basura cuyo destino final son sitios ha cielo abierto o en sitios de disposición controlados. Los rellenos sanitarios son cada vez más escasos y plantean una serie de desventajas y problemas. En ello el reciclaje se convierte en una buena alternativa, ya que reduce los residuos, ahorra energía y protege el medio ambiente, pero desgraciadamente esta actividad se realiza en muy baja cantidad.

Se debe de entender que un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población.

Se puede concluir con base a los factores de campo que se evaluaron de los sitios alternativos y en función a la interacción entre la sociedad, medio ambiente e Ingeniería, considerar como zona óptima para la ubicación del relleno Sanitario al sitio alternativo descrito en la zona No. 3.

El sitio debe tener espacio necesario para almacenar los residuos generados por el área en el plazo definido por el diseño, lo cual no sucedió en este caso, pues la superficie disponible queda limitada en gran medida por la generación estimada a disponer en el sitio.

El sitio se diseñó, localizó y propuso para ser operado de forma que la salud, las condiciones ambientales y el bienestar sea garantizado.

El sitio se localizó de manera de minimizar la incompatibilidad con las características de los alrededores y de minimizar el efecto ambiental de la región.

El plan de operación del sitio se diseñó para minimizar el riesgo de fuego, derrames de lixiviados y otros accidentes operacionales en los alrededores.



El diseño del plan de acceso al sitio se hizo de forma que se minimice el impacto en los flujos.

Se fijaron las características para la estructuración y ejecución del relleno sanitario.

Se proporciono, la base sustentante en las especificaciones técnicas y de procedimientos adecuados para la ejecución de la obra, construcción y operatividad del relleno sanitario.

Se definieron los elementos para la realización eficaz del establecimiento de sistemas de medición, supervisión y control que permitan adecuar el funcionamiento del relleno sanitario.

Se estableció la calendarización de actividades, así como parámetros de costos de inversión y operación

Se determinaron las características técnicas, cualitativas, cuantitativas de obras y costos del relleno sanitario que será la base para la construcción de los servicios de disposición final de los desechos sólidos.

Se proporcionaron los medios necesarios para el eficaz funcionamiento, desarrollo y ejecución de la obra y de quienes integren el equipo de trabajo, a fin de que cada parte, cada acto, cada etapa estén indisolublemente unidos con los demás a fin de lograr la máxima eficacia y eficiencia

El logro de este trabajo está basado en la compilación de datos técnicos que se obtuvieron en la zona que se determinó para que se llevara a cabo el relleno sanitario, dando paso a la realización de estudios de geología, geohidrología, geotecnia, topografía, impacto ambiental, vialidad, hidrología, análisis de datos de generación de residuos y sus características, proyección de densidad de población y su incremento, tanto del municipio en el que se desarrollará como de los que serán beneficiados.

### **8.2 Recomendaciones**

La creación de leyes y reglamentos específicos para este problema en particular daría una pauta para poder controlar adecuadamente los residuos sólidos.

La estimulación de una conciencia ambiental tanto del productor como generador final de los desechos sólidos sería un gran avance para lograr minimizar los graves problemas que se suscitan por el hecho de no manejar adecuadamente los desperdicios generados en los domicilios.

Así como este trabajo, existe una gran cantidad de proyectos que solo son planeados para satisfacer las necesidades actuales o a lo sumo de dos o tres administraciones municipales, situación que no es redituable debido a los costos tan elevados de la creación o apertura de un sitio de disposición final (relleno sanitario) con las características deseadas para resguardar el medio ambiente.

**BIBLIOGRAFÍA**

Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira y Francisco Zepeda.

**“Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el caribe”**

Publicación conjunta del banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Septiembre de 1998-Serie Ambiental No. 18.

Documento en línea: <http://www.cepis.org.pe>

M en I. Demetrio Chávez Rodríguez

**“ Balance de la Materia en Ingeniería Química y Balance de Energía en Ingeniería Química”**

EConsulting, Galato, Romania.

Ing. Jorge Sánchez Gómez

**“Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas”**

Publicación conjunta del Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP) y la Asociación Mexicana para el control de los residuos sólidos y peligrosos, A.C., serie: Cuadernos de trabajo 5.

INE, Diciembre de 1996.

Ven Te Chow

**“ Hidráulica de los canales abiertos”**

Editorial Diana

México, Febrero de 1983.

Claudio Mataix

**“Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas”**

Harper & Row Publishers Inc., México.

Leland Blank, P.E.

**“Ingeniería Económica”**

McGraw-Hill Interamericana, S.A.

Printer Colombiana S.A. 1999.

Ing. Fernando Olivera Bustamante

**“Estructuración de Vías Terrestres”**

Editorial Cecsca,

Primera impresión 1998.

Luis Arnal Simón y Max Betancourt Suárez

**“Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”**

Editorial Trillas 1998.

Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Medio Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo.

**Expedición: 18 de marzo de 1992, D.O.F.**

Norma Mexicana NMX-AA-16-1984. Protección al Ambiente -Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de Humedad.

Expedición: 14 de diciembre de 1984, D.O.F.

Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico "IN SITU".

Expedición: 18 de marzo de 1985, D.O.F.

Norma Mexicana NMX-AA-21-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de Materia Orgánica.

Expedición: 1 de agosto de 1985

Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.

Expedición: 18 de marzo de 1985

Norma Mexicana NMX-AA-24-1984. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de Nitrógeno Total.

Expedición: 14 de diciembre de 1984

Norma Mexicana NMX-AA-52-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-preparación de muestras en el laboratorio para su análisis

Expedición: 1985

Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación

Expedición: 1985

Norma Mexicana NMX-AA-67-1985, Protección al Ambiente -Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales -

Determinación de la Relación Carbono/Nitrógeno.

Expedición: 8 de agosto de 1985

Modificación 6 de Noviembre de 1992.