



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**SISTEMA INTEGRAL DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CD. DE OAXACA DE JUÁREZ**

INFORME DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

**P R E S E N T A :
JUAN CARLOS MARÍN ENRÍQUEZ**



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA**

MÉXICO, D.F.

2005

M348865



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

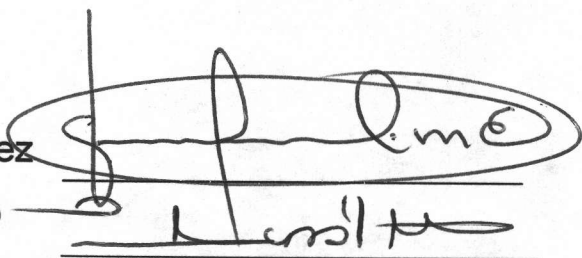
Presidente	Prof. JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ
Vocal	Prof. RODOLFO TORRES BARRERA
Secretario	Prof. ALFONSO DURÁN MORENO
1er. Suplente	Prof. VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO
2do. Suplente	Prof. LANDY IRENE RAMIREZ BURGOS

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química

Sustentante: Juan Carlos Marín Enríquez

Asesor: Dr. Alfonso Durán Moreno

The image shows two handwritten signatures. The top signature is for Juan Carlos Marín Enríquez, written in a cursive style with a large loop. The bottom signature is for Dr. Alfonso Durán Moreno, also in cursive, with a horizontal line drawn underneath it.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme salud mental y física, y enseñarme a dar amor y entrega en todos los retos de mi vida y así poder lograr desarrollarme en una carrera profesional que me ha permitido culminarla con este trabajo

A mis padres (Juan Carlos y Maricela) por el amor, el empeño y dedicación, los consejos y regaños, sacrificios y desvelos para conmigo que hoy se consumen con un logro compartido

A mis hermanos (Román y Geovana) por su cariño, apoyo y comprensión en cada uno de los momentos compartidos.

A mis abuelos por las enseñanzas y experiencias transmitidas y en especial a Bori (q.e.p.d) por todo su apoyo incondicional

A toda mi familia (Marin y Enriquez) que la quiero mucho con todo mi cariño

A todos mis amigos por su compañía y respeto

A cada uno de mis profesores por su brillantez experiencia y consejos profesionales transmitidos

Al Municipio de Oaxaca de Juárez, por permitir desarrollarme como profesional y persona en especial al Lic. Gabino Cué Monteagudo y equipo de colaboradores por todo su apoyo y confianza

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL TEMA	4
2.1 Definición	4
2.2 Situación de la generación de residuos sólidos municipales en México.	4
2.3 Sistemas convencionales de recolección de residuos sólidos municipales	7
2.4 Sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.....	9
2.4.1 Tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios en México.	11
2.4.2 Rellenos sanitarios	12
2.5 Situación de la generación de residuos sólidos municipales en Oaxaca	15
3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	17
3.1 Diagnóstico de la situación encontrada en el sistema de recolección y limpia del municipio.	17
3.1.1 Descripción del sitio de estudio	17
3.1.2 Problemas encontrados.....	18
3.1.3 Plantilla de personal	18
3.1.4 Rutas de recolección	18
3.2 Reorganización de plantilla de personal, rutas de recolección y prácticas de operación	19
3.2.1 Reorganización del personal.....	19
3.2.2 Reorganización de las rutas de recolección.....	19
3.2.3. Mejora de las prácticas de operación.....	21
3.3 Renovación de la infraestructura de recolección de residuos sólidos	22
3.3.1 Definición de las necesidades de adquisición de vehículos nuevos.....	24
3.3.2 Proceso de concurso y adquisición de vehículos nuevos.....	24
3.4 Propuesta de un Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos.....	26
4. PRINCIPALES LOGROS AL FRENTE DE LA DIRECCIÓN DE LIMPIA	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
6. PERSPECTIVAS	32
7. BIBLIOGRAFÍA.....	32
8. APÉNDICES	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la generación de RSM en México.....	6
Figura 2. Flujo de Residuos Sólidos del Valle de Oaxaca.....	15
Figura 3. Ingreso al Sitio de Disposición Final del Valle de Oaxaca.....	16
Figura 4. Ingreso al Sitio de Disposición Final del Valle de Oaxaca (Croquis).....	17
Figura 5. Organigramas General y Subsistema de de Barrido.....	20-21
Figura 6. Adquisición de Papeleras y Contenedores plásticos (antes y después) para el Saneamiento Urbano.....	23
Figura 7. Sistema de Recolección Vía Contenedores Metálicos.....	23
Figura 8. Máquina Tipo Succionadora.....	23
Figura 9. Vehículo Tipo Chasis con Sistema Hidráulico para manejo de contenedores en zonas de transferencia adquisición Enero 2003.....	25
Figura 10. Vehiculos recolectores tipo carga trasera Diciembre 2002.....	25
Figura 11. Componentes e Indicadores Simars.....	27
Figura 12. Implementación Simars.....	28
Figura 13. Reconocimientos de COMVIVES (Comités de Vida Vecinal de la Cd. de Oaxaca de Juárez) por la mejora en el servicio de Recolección bajo el programa SIMARS (2002-2004).....	29
Figura 14. Presidente Municipal en Campañas de Comunicación Social y Ambiental con respecto al programa SIMARS 2002-2004.....	29
Figura 15. Zona de Transferencia implementada en el Mercado de Abasto mediante Grúa Hidráulica optimizando el sistema de recolección de residuos y permitiendo el optimo impacto visual de dicho sector.....	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Clasificación de los residuos sólidos	5
Tabla 1.2.	Generación de residuos sólidos municipales por zona para 1998.	6

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos y fuentes generadoras de residuos sólidos.....	5
Cuadro 2. Generación de residuos sólidos municipales por zona para 1998.....	6

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Inicio de Programa SIMARS ante la generación de los residuos sólidos en el Municipio de Oaxaca de Juárez.....	6
---	----------

RESUMEN

El presente trabajo constituye un reporte de la práctica profesional de Juan Carlos Marín Enríquez quien desde 1998 labora en actividades relacionadas con la Ingeniería Ambiental y quien desde 2002 se desempeña como Director de Limpia del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. El tema central de este trabajo se refiere a las actividades realizadas en la concepción, desarrollo e implementación de un Sistema integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos (SIMARS) en la Cd. de Oaxaca de Juárez.

La primera actividad realizada para conceptuar y desarrollar el SIMARS fue la realización de un diagnóstico de la situación que guardaba el municipio con respecto a su manejo de residuos sólidos municipales. Se detectaron algunas deficiencias en su equipo de recolección y como medida inmediata de solución se propuso renovar el equipo del subsistema de recolección domiciliaria y comercial (camiones). Esta acción resultó de suma importancia ya que este subsistema de recolección representa aproximadamente el 60% de los esfuerzos y del costo de trasladar la basura en el Municipio de Oaxaca.

Las actividades subsecuentes tuvieron como objetivo eficientar los recursos humanos y material disponibles en la Dirección de Limpia de la Cd. De Oaxaca de Juárez. Entre las principales acciones se encuentran la redistribución de rutas, redefinición de programas de recolección de residuos sólidos en las diferentes zonas de la ciudad .y la depuración en los mecanismos de control necesarios para la adecuada administración económica y humana, reflejándose positivamente en las diversas partidas presupuestales asignadas a mencionada Dirección.

Actualmente se tiene un programa de manejo y gestión integral de residuos sólidos a largo plazo, 20 años. Con este programa se pretende resolver la problemática de la correcta colección, manejo y disposición final de los residuos sólidos producidos en la ciudad de Oaxaca de Juárez.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta el año 2000 el servicio de limpia del Municipio de Oaxaca de Juárez se había deteriorado sensiblemente. En ese año se apreciaban dos problemas, uno, las deficiencias en la cobertura y dos, la calidad no satisfactoria. El problema se había hecho cada vez más grave porque los recursos financieros y materiales del gobierno Municipal eran cada vez más escasos y las necesidades mayores. Sin embargo, los ciudadanos con toda razón son cada vez más exigentes. Además, el continuo crecimiento desordenado de la ciudad, las crecientes demandas y quejas de los ciudadanos y el deterioro del equipo e infraestructura del gobierno Municipal estaban presionando al sistema de limpia a que respondiera de forma eficiente a las nuevas necesidades.

Con la llegada a la Dirección del Limpia del sustentante de este trabajo se iniciaron una serie de acciones encaminadas a resolver la problemática anteriormente planteada. Las primeras acciones tuvieron por objetivo optimizar los recursos humanos y materiales existentes en el Municipio destinados a las labores de limpia de la Ciudad de Oaxaca. En dichas acciones se incluyen cambios importantes en la forma de como venía trabajando la Dirección de Limpia de la Ciudad de Oaxaca y cambios interesantes en la organización del trabajo. Como una segunda etapa de las acciones encaminadas a mejorar y mantener en un estándar de calidad elevado el servicio de limpia en la Ciudad de Oaxaca se plantearon una serie de adquisiciones de equipo y vehículos así como también programas ambientales piloto, tales adquisiciones han tenido por objetivo solucionar el problema de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final.

La situación que guarda el municipio con respecto a su manejo de residuos sólidos municipales, presentaba algunas deficiencias en su equipo de recolección. Renovar el equipo del subsistema de recolección domiciliaria y comercial (camiones) resulta de suma importancia ya que este subsistema recolección representa aproximadamente el 60% de los esfuerzos y del costo de trasladar la basura en el Municipio de Oaxaca.

Para atender estas deficiencias, de acuerdo con el diagnóstico llevado a cabo en enero y febrero del presente año, el Municipio requirió llevar a cabo procesos de adquisiciones para contar con equipo nuevo. En esta fase se necesitó adquirir 7 camiones de diversos tipos, recolectores, minicompactador y para transporte de contenedores, así como contenedores de varias capacidades. Este equipo era necesario para fortalecer la infraestructura social básica del Municipio y permitir instrumentar acciones sociales prioritarias.

Por las razones anteriores, el Municipio de Oaxaca de Juárez inició procesos de Licitación Pública para la adquisición de equipo. Este proceso se hizo en apego a la normatividad aplicable, en particular, a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, su Reglamento y a través de los medios que permitieran las mejores condiciones para el Municipio, Diario Oficial de la Federación, Compranet, Periódico Reforma y página de internet del municipio(www.municipiodeoaxaca.gob.mx).

La razón principal de esta adquisición es que el equipo actual de recolección se encuentra en precarias condiciones y es insuficiente para atender los requerimientos crecientes de la población. Esto es aún más grave en colonias con asentamientos irregulares, con una mayoría de población de muy escasos recursos, por lo que la adquisición no sólo es necesaria por las necesidades generales de la población, sino además por las necesidades específicas de la población de menores recursos. En consecuencia, la presente adquisición constituye una acción social prioritaria para llevar servicios de recolección de basura a la población del Municipio de Oaxaca que sufre un mayor rezago social.

Este servicio de recolección resalta en términos de costos desmedidos debido al mal estado de los camiones y a su insuficiencia. La mayoría de este equipo ha dejado de prestar un servicio con el rendimiento mínimo indispensable de operación entre costo y eficiencia. El parque vehicular presenta una vida útil desgastada, con un promedio de vida de 13 años, lo que provoca descomposturas frecuentes y una gran dificultad para la planeación y la ejecución del servicio.

2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL TEMA

2.1 Definición

Se define como residuos sólidos municipales a aquellos residuos que se generan en casas habitación, parques, jardines, vía pública, oficinas, sitios de reunión, mercados, comercios, bienes inmuebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicio y en general a todos aquellos generados en el ámbito urbano, que no requieren técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación. En la Tabla 1.1 se presenta un resumen de la clasificación de los residuos sólidos,

2.2 Situación de la generación de residuos sólidos municipales en México.

En función de la generación y las características de los residuos sólidos municipales, el país se ha dividido en cinco zonas: la Fronteriza, la Norte, la Centro, la Sur-sureste, y el Distrito Federal. En Tabla 1.2 se muestran los datos estimados de la población, generación, producción diaria y anual de los RSM por zona geográfica del país para el año de 1998 .

A su vez, la generación de los RSM en las diferentes zonas del país se muestra en la figura 1.1. La tendencia del incremento en la generación se estima que puede variar de 1% a 3% anual dependiendo de la localidad. No obstante se ha observado que en situaciones de crisis económica la generación *per capita* disminuye.

Tabla 1.1 Clasificación de los residuos sólidos

FUENTE	ORIGEN ESPECIFICO	TIPO DE RESIDUO
Domiciliarios	Casas habitación	Clasificación de residuos Comunes por sus propiedades físicas:
Institucionales	Escuelas, Institutos y Universidades. Museos. Iglesias Oficinas de gobierno Bancos Reclusorios	<i>Materiales inertes:</i> Vidrio Plástico Metales Lozas y cerámicas Tierras Cenizas.
Áreas y vías públicas	Calles y avenidas Carreteras federales o estatales Parques y jardines Zoológicos Playas Áreas arqueológicas Parques nacionales	<i>Materiales fermentables</i> Residuos alimenticios Residuos de jardinería Hueso Flores (desechos)
Comercial y de servicios	Balnearios Circos Cines Teatros Estadios Hipódromos y galgódromos Parques deportivos Autódromos Velódromos Plazas de toros Frontón Mercados y tianguis Centros de abasto Rastros	<i>Materiales combustibles</i> Algodón Papel Cartón Tetrapack y tetrabrick Textiles naturales Textiles sintéticos Pañales desechables Madera Cuero Hule. <i>Otros</i> Cascajo

En la misma figura se muestra que la zona centro junto con el D.F. producen 62% de los residuos generados en el país.

Esta variación se observa también durante los días de la semana, siendo perfectamente conocido que la generación presenta datos estadísticos bien claros en la variación diaria: los índices de la generación bajan los miércoles y jueves en comparación con los otros días de la semana.

Tabla 1.2 Generación de residuos sólidos municipales por zona para 1998.

Zona	No Habitantes	Generación kg/Hab/Día	Toneladas diarias.	Toneladas Anuales	%
Fronteriza	7 647 643	0.645	4 933	1 800 545	8.74
Norte	16 628 750	0.698	11 607	4 263 555	20.56
Centro	34 646 270	0.617	21 377	7 802 605	37.87
D.F.	11 354 005	0.960	10 995	4 011 350	19.48
Sur- sureste	11 366 670	0.663	7 536	2 750 640	13.35
Promedio ponderado		0.7182			
Total	81 643 380		56 448	20 601 695	100

Fuente: SEDUE, 1998.

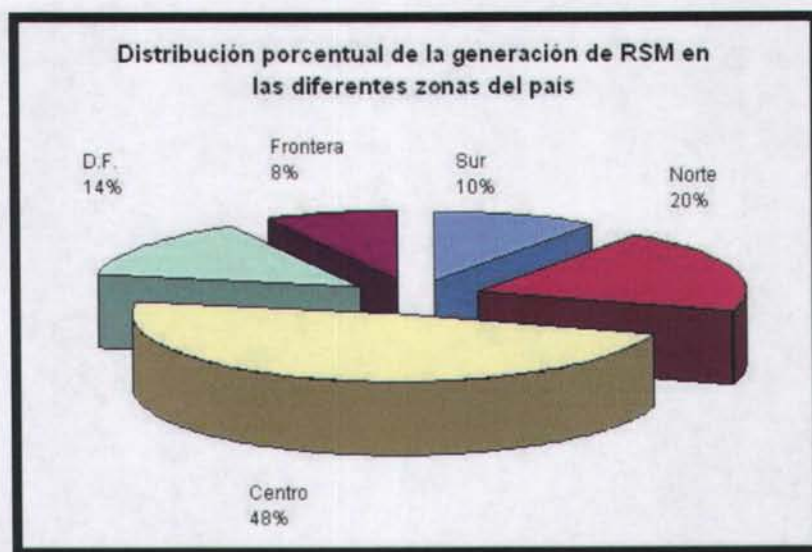


Figura 1. Distribución porcentual de la generación de RSM en las diferentes zonas del país

2.3 Sistemas convencionales de recolección de residuos sólidos municipales

Los sistemas de recolección tienen la función de recorrer las áreas donde están ubicadas las fuentes de generación, recolectar los residuos sólidos municipales y transportarlos a los sistemas de transferencia, de tratamiento o de disposición final. Esta es una de las acciones relacionadas con la disminución de riesgos a la salud más importantes que se realiza en los SAU (Sistemas de Aseo Urbano), ya que minimiza el tiempo que los RSM permanecen en la fuente de generación.

La mayoría de los municipios y delegaciones del D.F. proporcionan y administran el servicio de recolección, sin embargo en algunas ciudades existen también recolectores privados, ya sea en el libre mercado o bajo concesión municipal, prestando el servicio de recolección de fuentes de generación de todo tipo.

En los primeros años de la década de 1990, se inició la prestación de este tipo de servicios mediante la participación de la iniciativa privada siguiendo la modalidad de concesión. Así, las ciudades de Puebla, Puebla; Torreón, Coahuila; Monterrey, Guadalupe y Santa Catarina, Nuevo León; Guadalajara, Jalisco; Mérida, Yucatán; Nuevo Laredo y Reynosa, Tamaulipas; Acapulco, Guerrero; Toluca y Metepec, Estado de México, reciben este tipo de servicio mediante contratos de concesión.

Para la prestación de esta fase del SAU, las autoridades municipales cuentan con vehículos de recolección de diferentes tipos, estos vehículos están constituidos por el chasis cabina y por la caja, esta caja puede contener una serie de mecanismos para compactación o sin compactación como es el caso de camiones de volteo o los de redilas. Cuando tienen integrado el mecanismo de compactación por la forma en que son depositados en su interior, se les denomina, de carga lateral, trasera o frontal, y en el caso de carga lateral por la forma de la caja pueden ser tubulares o rectangulares. Todos los tipos de vehículos pueden tener adaptaciones para dar servicio a contenedores, además existe otro tipo de vehículos que exclusivamente dan servicio a contenedores éstos son denominados roll on, roll off, y los hay de balancín o góndola,

éstos últimos son mas utilizados en la industria de la construcción o para residuos de gran peso volumétrico.

Desde hace tiempo para el servicio de recolección de los RSM, se ha observado en las periferias de las grandes ciudades o áreas metropolitanas y en las localidades rurales, la prestación del servicio por medio informales y formales mediante el uso de carreteras de tracción animal, triciclos y pick ups.

Los métodos de recolección son variados pero destacan los de esquina o parada fija, los de acera, anunciados por medio de campaneos, en ocasiones cuentan con canastillas para ir recolectando; pueden ser también de acera modificados, los que son utilizados por medio de contenedores. En la actual ya no es común entrar por los residuos dentro de los domicilios, pero existe el servicio de contenedores el cual es utilizado en diversas fuentes de generación.

Regularmente, el personal de operación en los vehículos de recolección consiste en un chofer y dos peones no así en los vehículos que proporcionan servicio a contenedores donde solo participa el operador. En ocasiones, la misma cuadrilla está compuesta por mas elementos, no incluidos en la nomina municipal, que se destinan a realizar la denominada prepepena. Esta tarea consiste en separar los subproductos valiosos que son factibles de comerciar sin ningún tipo de problemas como son: cartón, papel periódico y papel limpio, botellas enteras de aceite, refrescos, cerveza y licores, metales y latas de aluminio principalmente. El chofer paga a este personal adicional o se trata de voluntarios en la fase de hacer méritos.

Es práctica común llevar a cabo la selección de materiales susceptibles de ser reciclados en el transcurso de la ruta de recolección, los materiales mas comunes son: cartón, papel, botellas de vidrio, latas de aluminio, colchones y algunos metales. Esta operación en ocasiones es llevada a cabo por el personal extra contratado por el chofer sin tener ninguna relación laboral con el SAU. Una vez que terminan su ruta o se ha llenado el vehículo, en el camino al sitio de transferencia, tratamiento o disposición, se

desvían a vender los subproductos recuperados. Esto y los trabajos de pepena en la unidad de recolección causan un impacto negativo en la eficiencia del sistema de recolección. Además del cobro informal de usuario.

La cobertura en población servida promedio a nivel nacional, se estima en 78%. Para las zonas metropolitanas se ha calculado en 95%, mientras que para ciudades medias entre 70 y 85%. En áreas urbanas pequeñas se ubica entre 50 y 70%.

2.4 Sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.

Para la disposición final adecuada de los RSM se utiliza en el mejor de los casos el relleno sanitario, éste es una obra de la ingeniería planeada, diseñada, ejecutada y operada para prevenir efectos adversos al ambiente y a la salud pública.

Los diferentes métodos utilizados son: trinchera, de área y combinado, en esta forma los residuos sólidos son depositados y compactados al menor volumen posible y se cubren con una capa de material inerte al término de cada día de operación.

La disposición final de casi el 50% de los RSM generados en el país, se lleva a cabo mediante la utilización de tiraderos a cielo abierto o en rellenos controlados, métodos que no cumplen con los requisitos técnicos para lograr una adecuada disposición de los RSM y el otro 50% en rellenos sanitarios en los cuales se disponen de manera adecuada.

Con excepción de algunos rellenos sanitarios, en todos los otros sitios de disposición final existe la separación de los materiales reciclables, esta separación se lleva a cabo por medio de grupos de pepenadores, los cuales realizan su trabajo al margen de las leyes laborales que rigen el país.

En la mayoría de los sitios de disposición final se cuenta con maquinaria pesada para llevar a cabo las actividades de empuje y compactación de los RSM y en ocasiones

para realizar la cobertura de los mismos, esta maquinaria a veces es propiedad de la autoridad y en otras es rentada.

Es notable la falta de control en los sitios de disposición final, con excepción de los rellenos sanitarios, todos los demás sitios presentan condiciones de riesgo para la salud y el ambiente, riesgo generado por la falta de cobertura, producción incontrolada de biogás y lixiviado y en algunos casos por la presencia de animales que son consumidos por los seres humanos.

Existe una gran cantidad de tiraderos clandestinos en todo el país, estos sitios son creados en la mayoría de las veces por dos fuentes: recolectores privados de los residuos sólidos domiciliarios o de cascajo y la segunda por las poblaciones de zonas donde la recolección es deficiente y los RSM son depositados en barrancas o lotes baldíos.

La normatividad vigente (NOM-083-SEMARNAT-1996), establece las condiciones que deben reunir los sitios e impulsa la utilización de predios con vocación natural y el plazo fijado de su entrada en vigor.

Hasta el año de 1999, se contaba con 40 rellenos sanitarios, en ciudades medias y zonas metropolitanas y 13 en localidades pequeñas de todo el país, operando en forma satisfactoria y el resto de los sitios no cumple con las normas mínimas por lo que se consideran tiraderos a cielo abierto.

De las 83 831 toneladas diarias de basura que se producen en el país, requerirían 111 775 m³ por día para depositarlas. Esto da una idea de la necesidad de terreno y de la importancia de diseñar estrategias para su manejo integral que incluya acciones para reducir la cantidad de basura desde la fuente.

2.4.1 Tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios en México.

Los sitios de disposición final de residuos sólidos que no fueron planeados técnicamente, se conocen comúnmente como tiraderos "a cielo abierto". Estos sitios básicamente, son terrenos en donde se depositan y acumulan los residuos sólidos municipales sin ningún control técnico sanitario y operativo, así como la ausencia de obras de infraestructura para minimizar los impactos negativos al ambiente. En muchos casos estos sitios se localizan cerca de los asentamientos humanos; en la ribera de los ríos, arroyos, manglares y otros cuerpos de agua; a un lado de las carreteras, caminos vecinales y/o en terrenos con características inadecuadas, debido a que únicamente se considera la cercanía y la disponibilidad de espacio libre para el depósito de los residuos.

Uno de los problemas asociados a la presencia de tiraderos a cielo abierto, es que ante la falta de control del ingreso de los residuos, en la mayoría de los casos, estos sitios se convierten en puntos clave para el depósito ilegal de residuos peligrosos, lo cual provoca que en estos sitios se agrave aún más los efectos de contaminación ambiental y de riesgo a la salud humana.

La presencia de un sitio de disposición final, sin ningún control ambiental o sanitario, muestra en primera instancia un deterioro de la imagen de su paisaje. El impacto visual negativo que ocasiona la presencia de los residuos sólidos a cielo abierto y su dispersión en su entorno, influye directamente en el rechazo de la población. Además de la presencia de residuos, el deterioro del paisaje se ve incrementado por la presencia de polvos, humos, materiales ligeros suspendidos por los vientos, así como por la existencia de pepenadores y animales domésticos, los cuales contribuyen al desorden del sitio.

Con el desarrollo del relleno sanitario en nuestro país, existe una deformación en la aplicación del término, dado que frecuentemente se utiliza el concepto de relleno sanitario como sinónimo de depósito de residuos sólidos en general, lo cual

frecuentemente propicia una imagen errónea de esta técnica, propiciando el rechazo de la población, cuando se pretende instalar un sistema de esta naturaleza, con el objeto de resolver el problema de los tiraderos a cielo abierto.

Tomando en consideración la información generada por la Secretaría de Desarrollo Social, a través de la Dirección de Residuos Sólidos, se estima que de 100 ciudades medias de nuestro país, sólo un 27% cuentan con relleno sanitario o sitios controlados y en el resto de las ciudades los residuos son depositados en tiraderos "a cielo abierto", sin el control sanitario y ambiental requerido. Estas cifras muestran que aún existe un importante rezago en la aplicación de técnicas sanitarias que minimicen los inconvenientes del depósito a cielo abierto, por lo que es impostergable el establecimiento de mecanismos para la asignación de recursos técnicos y económicos que permitan prestar la atención a la problemática expuesta.

2.4.2 Rellenos sanitarios

Una técnica que ha resultado prometedora en países en vías de desarrollo y que tiene diversos aspectos que son atractivos para las autoridades municipales mexicanas es la disposición de los residuos sólidos mediante el sistema de relleno sanitario. Este método, si se combina con sistemas de reciclaje y de compostaje, resulta el más adecuado para las condiciones de nuestro país.

La Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles, ASCE, define: "Relleno sanitario es una técnica para la disposición de los residuos en el suelo sin causar perjuicios al ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en la menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriéndolos con una capa de material inerte en la frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada".

El objetivo del relleno sanitario es establecer una barrera entre el ambiente y los residuos sólidos, reducir y controlar las emisiones gaseosas y evitar la infiltración y fugas de los líquidos lixiviados que contienen una combinación de microorganismos y sustancias tóxicas producidas durante la descomposición de los residuos. La disposición final de los residuos sólidos en un relleno sanitario disminuye considerablemente el contacto directo de éstos con el ambiente, se previene el acceso y la proliferación de fauna nociva y los residuos se concentran en un área bien definida que puede ser controlada. El objetivo final de la aplicación de esta técnica es lograr que los residuos no causen ningún efecto nocivo en la salud pública ni en el ambiente.

Los terrenos que se seleccionen para la construcción y operación del relleno sanitario pueden ser planos, ondulados, escarpados, bancos de material de préstamo abandonados o terrenos que presenten una combinación de estas características, siempre y cuando el sitio cumpla con la Norma Mexicana **NOM -083-SEMARNAT-1996**, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales

El procedimiento de construcción y método de relleno sanitario se seleccionará una vez conocido el perfil del terreno disponible, que podrá ser de trinchera, de área y/o una combinación de ambos.

Método de Trinchera o Celda Excavada. Este método se utiliza normalmente en terrenos planos, en donde existe un buen espesor de material disponible y el nivel freático se encuentra lo suficientemente profundo para evitar la contaminación del acuífero.

Los residuos sólidos son depositados en celdas o trincheras previamente excavadas, en donde el material, producto de la excavación, es utilizado como material de cubierta diaria y final. El procedimiento consiste en abrir trincheras o celdas a intervalos que sean adecuados para la estabilidad de los taludes y en profundidades de 2 a 3 m, con el apoyo de equipo mecánico; la profundidad de la trinchera o celda estará limitada por la

profundidad del nivel de aguas freáticas, la permeabilidad del subsuelo y la dureza del terreno, pudiendo tener en ocasiones hasta 7 m de profundidad.

Los residuos sólidos son depositados en el fondo de la trinchera o celda, se extienden y se compactan con equipo mecánico y posteriormente se cubren con el material inerte producto de la excavación, compactándola con el mismo equipo, todo esto en ciclos diarios

En la actualidad, ante la escasez de terreno y la necesidad de ampliar la vida útil de los rellenos sanitarios, este método considera la utilización integral del espacio disponible de los terrenos, utilizando la variante de la excavación de celdas, la cual se ha vuelto una práctica muy utilizada.

Método de Área. Se utiliza cuando en el terreno no es posible excavar una trinchera o celda, o cuando el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie del terreno. Un punto importante de este método es que el banco de material para la cubierta, deberá estar en áreas adyacentes o lo más cercano posible al sitio de operación.

El método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con material inerte. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo

Método de Rampa. Este método, es considerado como una variante del método de trinchera o de celda excavada y es considerado como el más eficiente ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta y aumentan la vida útil del relleno.

Los residuos son esparcidos y compactados en pendiente. El material de cubierta es obtenido directamente del frente de trabajo y compactado sobre los residuos sólidos conformados. Frecuentemente, una porción de la excavación se almacena para ser utilizado en un futuro en los trabajos de sello final.

Actualmente, el relleno sanitario sigue siendo una opción de disposición final de residuos sólidos en países desarrollados como Francia, Japón, Suecia, Alemania y Estados Unidos, ante la necesidad de disponer una fracción de los residuos sólidos no aprovechados en los procesos de reciclamiento y tratamiento. Por el contrario, en el caso de América Latina, la situación es muy diferente dado que la mayoría de los países tienen un importante rezago en la aplicación de sistemas alternativos de tratamiento, sin olvidar las dificultades económicas que enfrentan las autoridades municipales para la prestación de los servicios de limpia pública, el relleno sanitario representa en el mediano una opción económica, principalmente para aquellos países que cuentan con grandes extensiones de tierra.

2.5 Situación de la generación de residuos sólidos municipales en Oaxaca

En la Figura 2 se presenta un esquema que describe el flujo de residuos en el Valle de Oaxaca que en conjunto suman 425 toneladas por día. En dicho esquema se aprecia que la mayor proporción de los residuos son recolectados por la Dirección de Limpia y Recolectación (Depto. Transporte y Recolectación) con una contribución de 245 ton. En la Figura 3 se presenta la distribución de los diferentes generadores de residuos destacándose que los principales aportadores de residuos son los mismos habitantes del Valle de Oaxaca desde sus domicilios.

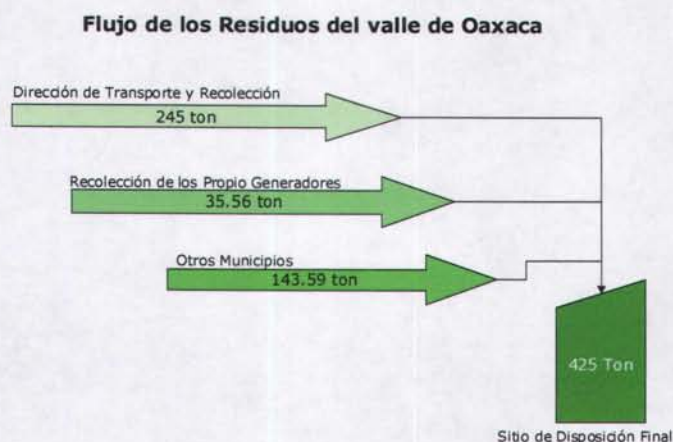


Figura 2. Flujo de residuos del Valle de Oaxaca

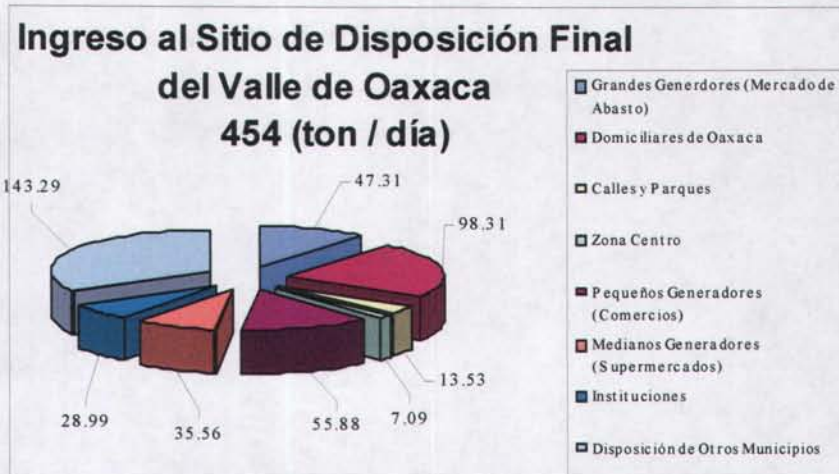
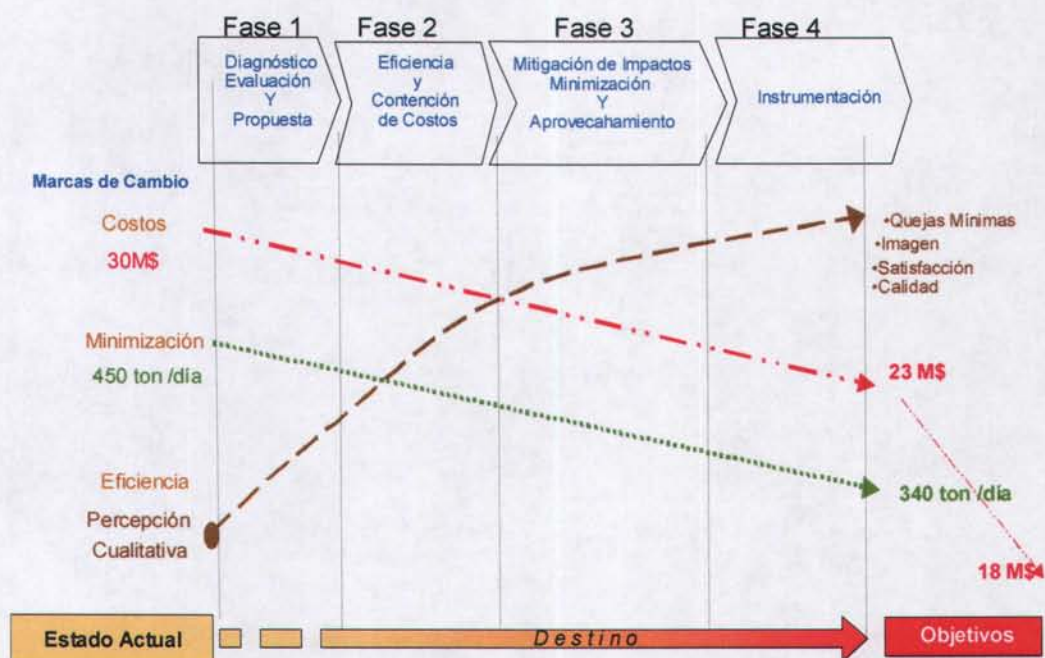


Figura 3. Ingreso al sitio de disposición final del Valle de Oaxaca

Las figuras anteriores (2 y 3) permiten visualizar las características generales de la generación de los Residuos Sólidos en el Municipio de la Capital (Oaxaca de Juárez) así como los generados en el Valle de Oaxaca (18 Municipios conurbados), todos estos realizan actividades de disposición final en el Sitio, mismas que son de forma diferente en cuanto a frecuencias, horarios y al No. de habitantes.

A continuación se muestra en el diagrama 1, la base estratégica propuesta en el año 2002, fecha de inicio del programa **SIMARS** proyectado para atender las necesidades propias del Municipio de la capital y posteriormente del Valle Central en el Estado.



3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1 Diagnóstico de la situación encontrada en el sistema de recolección y limpia del municipio.

3.1.1 Descripción del sitio de estudio

En la **Figura 4** se presenta un croquis indicando el sitio de disposición final de residuos sólidos en el Valle de Oaxaca.

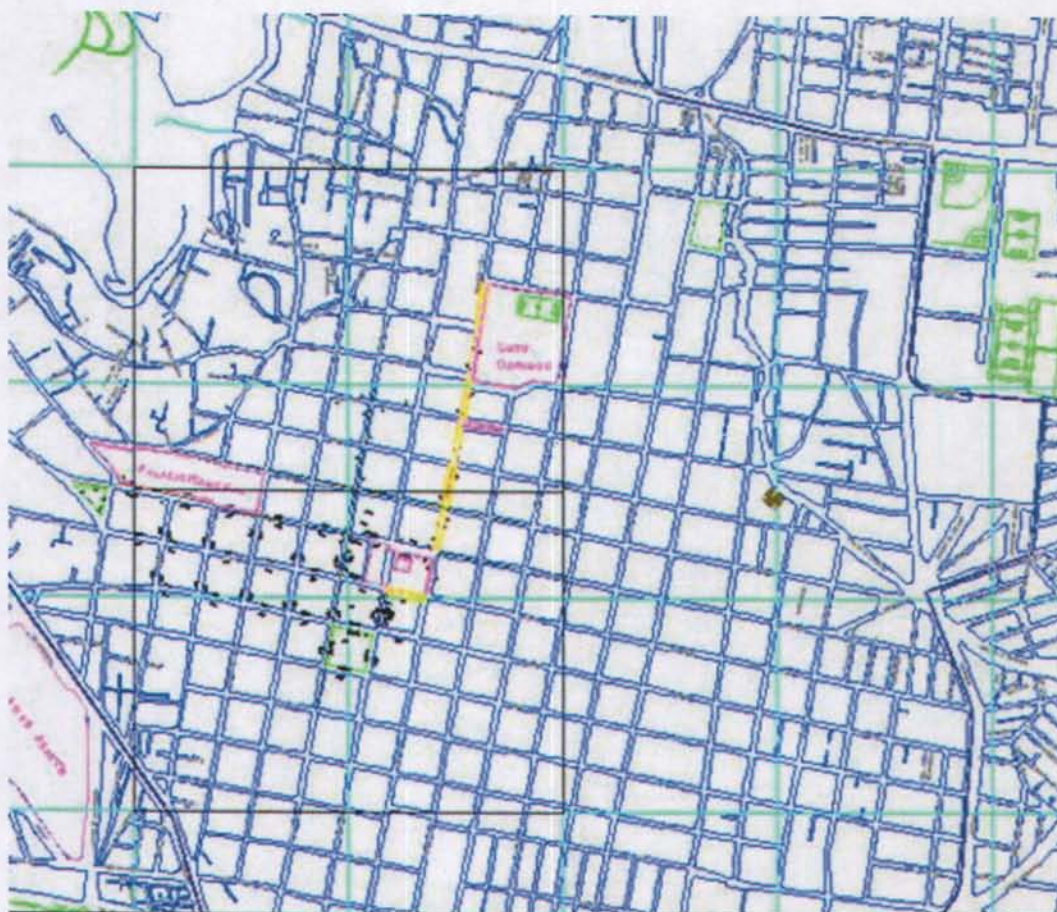


Figura 4. Ingreso al sitio de disposición final del Valle de Oaxaca

3.1.2 Problemas encontrados

A continuación se enlistan los principales problemas encontrados y que se han ido atendiendo en la Dirección de Limpia desde el año 2002.

Problemas Atendidos	Año
a) Generación 310 ton / día	(2004)
b) Ingreso en el Tiradero 600 ton / día	(2004)
c) Sobre equipamiento	(Enero 2002)
d) Equipado inadecuado	(Enero 2002)
e) Confusión en el servicio	(Enero 2002)
f) Falta de Supervisión	(2002)
g) Servicios no cobrados	(2002)
h) Los servicios cobrados, mal cobrados	(2002)
i) Falta de Planeación de los Trabajos	(Enero 2002)
j) Falta de Metas	(Antes de la Admon. Mpal 2002-2004)
k) Falta de Definición de los Objetivos	(Ene 2002)
l) Manejo de los residuos con graves Impactos al Ambiente	(2002)

3.1.3 Plantilla de personal

Se tiene una plantilla global sindicalizada de **460 elementos sindicalizados** en los siguientes horarios: 06: 00 –14: 00 h, 14: 00-21: 00 h y 23: 00 – 06: 00 hr para el **Depto. de Transporte y Recolección** (200 trabajadores), supervisados por tres encargados con categoría de personal de confianza, para el Depto. de Barrido se tienen los siguientes horarios en jornada mixta: 03:00-06:00, 10-14:00 y de 14:00-21:00, supervisados por dos trabajadores de confianza todos ellos dirigidos por el Director de Limpia.

3.1.4 Rutas de recolección

La Ciudad se dividió en 8 Áreas de Generación y 104 Rutas.

Areas de Generación	Rutas
1. Viguera	8
2. Santa Rosa	10
3. Chapultepec	12
4. 5 Señores	10
5. Reforma Volcanes	8
6. 7 Regiones	10
Area de Generación	Rutas

7. San Felipe	8
8. Centro	6

3.2 Reorganización de plantilla de personal, rutas de recolección y prácticas de operación

3.2.1 Reorganización del personal

Como parte de las primeras actividades en la Dirección de Limpia se realizó un diagnóstico de la organización del personal y se propusieron medidas tendientes a optimizar los esfuerzos de cada una de las personas dependientes a mencionada Dirección. Se propuso en algunos casos reinstalar al personal en puestos alternos de nueva creación con mayor beneficio para el sistema, es decir, preocupados por mantener el mayor número de trabajadores buscando la operación manual antes que la mecánica. Pero en actividades en que entregue un producto con valor de cambio y no un servicio que bien puede ser ejecutado mecánicamente. Para el caso del personal que no hubiese aceptado una reinstalación se propuso una liquidación de manera escalonada y progresiva a fin de que los recursos pudieran captarse de los ahorros.

3.2.2 Reorganización de las rutas de recolección

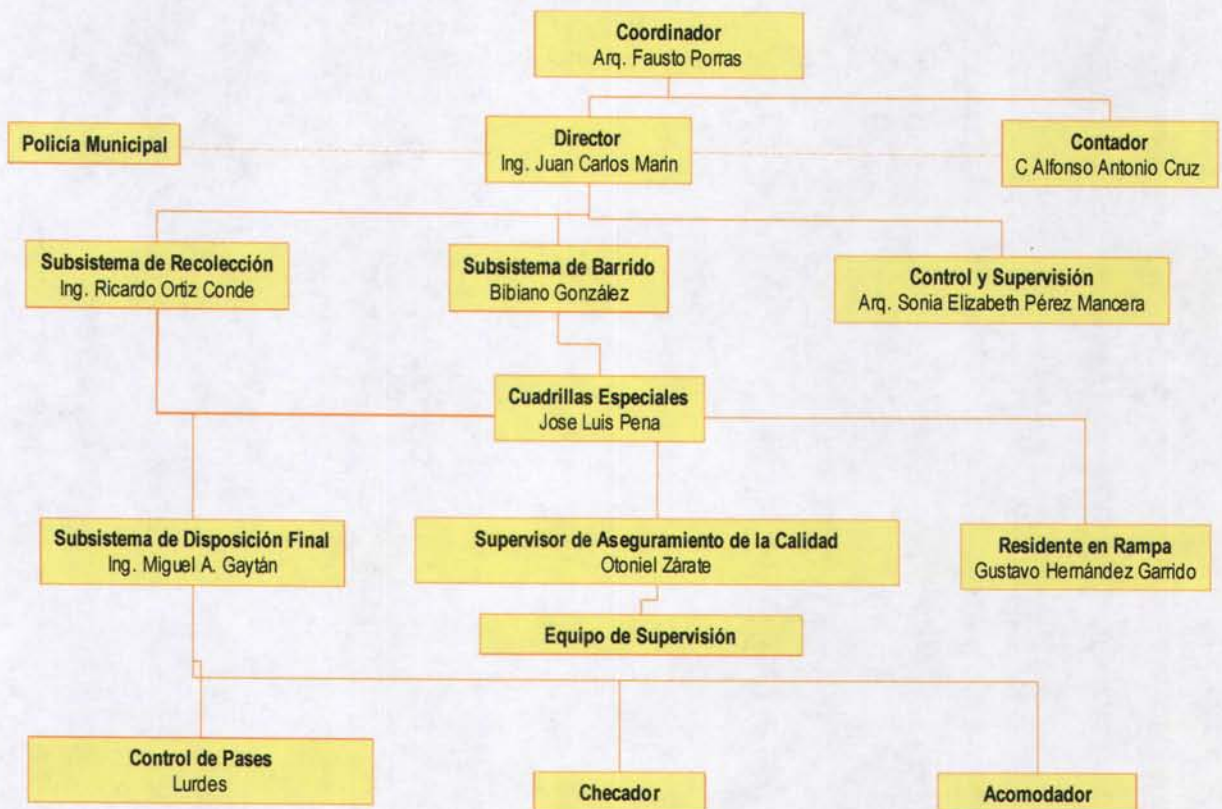
Reorganización del Subsistema de Recolección. Se trazaron 103 rutas considerando los siguientes principios operativos:

- Ningún usuario debe caminar más de 75 metros para disponer su basura en los camiones recolectores o contenedores.
- La demanda del servicio aumentó significativamente. Hoy se cuenta con los recursos, herramientas de planeación y operación para llegar a una cobertura del 100 % de la demanda del servicio.
- La frecuencia mínima será de 2 veces por semana, por lo tanto se eliminó la frecuencia de una vez por semana.
- La estadía promedio máxima de los contenedores metálicos con capacidad de 5 metros cúbicos en los sitios de recolección sería de 3 hrs, evitando que se

conviertan en tiraderos clandestinos y favoreciendo así la aceptación y participación ciudadana, ya que anteriormente la zona geográfica donde actualmente se beneficiará la población nunca antes han contado con el servicio de recolección y en algunas otras zonas era insuficiente y de pésima calidad ya que el servicio lo proporcionaban animales de carga.

- El centro de contenedores "El Arenal" cuenta con una capacidad volumétrica de hasta 300 m³/día, equivalente a 90 toneladas diarias (suponiendo un peso de 300 kg/m³), es decir, aproximadamente el 20% de la generación diaria.
- Un solo camión (tipo carga trasera) puede alcanzar una capacidad de 24 toneladas por turno, lo que supone hasta 72 toneladas al día en tres turnos.

ORGANIGRAMAS CORRESPONDIENTES A LA DIRECCION DE LIMPIA CON SUS SUBSISTEMAS QUE LA COMPONEN



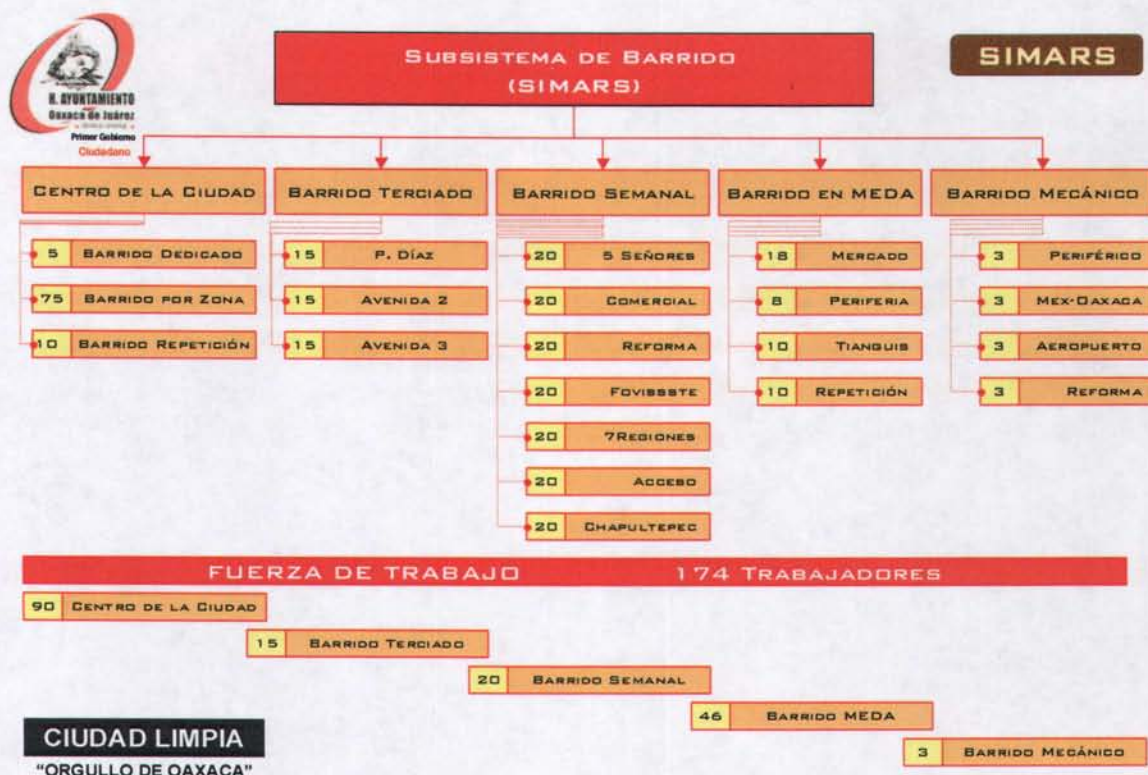


Figura 5. Subsistema de barrido

3.2.3 Mejora de las prácticas de operación.

Con la implementación del programa SIMARS se obtuvieron resultados positivos significativos tales como:

- Cobertura del servicio al 100% en el servicio de limpia, (Subsistema de Barrido y Recolección y Transporte) es decir, se atienden de forma regular 280 asentamientos humanos
- La creación de 3 nuevas zonas de transferencia propias para las necesidades de la Dirección de Limpia, lo cuál ha beneficiado en la mitigación de los residuos sólidos generados en el valle de Oaxaca,
- La puesta en marcha de los programas piloto ambientales encaminados al correcto manejo en la selección y aprovechamiento de los Residuos Sólidos así como también se logró la minimización y la correcta disposición final de los residuos

- El reordenamiento, control y mitigación general en el impacto ambiental del Sitio de Disposición Final que después de 23 años de vida no había tenido ninguna acción encaminada al funcionamiento óptimo.
- El resurgimiento del pago anual por el servicio de limpia por parte del contribuyente después de que se beneficiaron con la regularización del mismo
- La supervisión a detalle por el personal de confianza en cada una de las áreas que componen a la Dirección de Limpia, permitió reducir los gastos mensuales que se venían dando al cabo de 30 años convirtiendo así números positivos en cada partida presupuestal correspondiente a mencionada Dirección
- La capacitación permanente con el personal operativo sindicalizado en las técnicas de educación ambiental separación primaria, métodos de recolección y normas de seguridad durante el manejo de los residuos sólidos urbanos

Procedimientos para centros de acopio.

Los centros de depósito de reciclables deben ser claramente visibles, atractivos y de fácil acceso. Deberán estar situados en calles bien conocidas, con tráfico abundante o intersecciones que atraigan tanto a viajeros frecuentes como ocasionales. Letreros en las intersecciones más transitadas ayudarán a dirigir al público al centro de depósito de reciclables.

Programa de Educación Ambiental.

El programa está diseñado con una metodología que permita garantizar el éxito del mismo (Seis Sigma): Las etapas del proyecto, para cumplir con la metodología antes mencionada son: preparación, medición, análisis, implementación y control.

3.3 Renovación de la infraestructura de recolección de residuos sólidos

El reordenamiento de la actividad con el equipo adecuado es el principal factor para que se dieran los objetivos planteados en la primera etapa del Simars, por tal motivo, se analizaron las necesidades primordiales de la Cd. de Oaxaca de Juárez para dar como resultado una imagen digna de una Ciudad declarada por la UNESCO "Ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad" a continuación se ilustran los equipos adquiridos.



FIG. 6. SISTEMA DE CONTENEDORES PLASTICOS (ANTES Y DESPUÉS PARA SANEAMIENTO URBANO

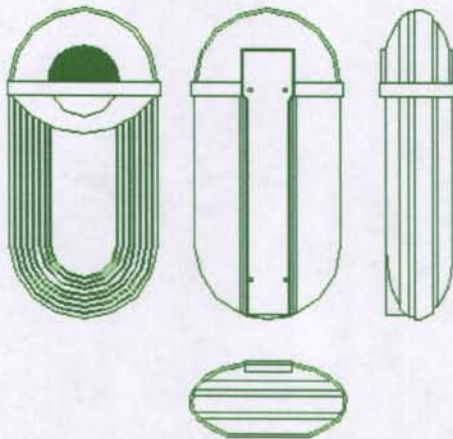


FIG. 6 PAPELERAS PARA EL SANEAMIENTO URBANO



FIG 7.SISTEMA DE RECOLECCION VIA CONTENEDORES METALICOS



FIG. 8 MAQUINA TIPO SUCCIONADORA

3.3.1 Definición de las necesidades de adquisición de vehículos nuevos

Existen muchas barredoras en el mercado, donde la gama de productos es tal que se pueden ajustar a las necesidades exactas de la ciudad de Oaxaca, que serán indicadas a continuación pero observando una capacidad suficiente para el movimiento de arenas y polvo.

Para este caso se estima que una barredora grande puede ser empleada para las vialidades y una pequeña de succión para las áreas de concentración cívica.

El volumen de trabajo para barrido mecánico ha sido estimado en:

33.50 km.

Como referencia una barredora común, como lo es la Pelicano de Elgin, tiene un rendimiento de 40 km por un jornal de 8 horas de trabajo. Sin embargo el mercado es tan amplio que habrá más de cinco perfiles de equipos similares todos ellos de suficiente calidad.

3.3.2 Proceso de concurso y adquisición de vehículos nuevos

Para mitigar el problema ambiental se adquiere en el año 2002 (diciembre) el camión mostrado en la figura 5, tipo chasis sistema hidráulico para manejar contenedores con capacidad de 35 metros cúbicos, mismos que se utilizan a partir de enero de 2003 como zonas de transferencia en el Depto. de Limpia y Transporte y en el mercado de abasto de la Cd. de Oaxaca de Juárez.



Figura 9. Vehículo tipo chasis con sistema hidráulico para manejo de contenedores en zonas de transferencia adquisición en enero de 2003



Fig. 10 Vehículos recolectores tipo carga trasera Diciembre 2002

Para eficientar el sistema de recolección domiciliar en la Cd. de Oaxaca de Juárez se adquirieron en diciembre 2002 cuatro vehículos tipo: carga trasera con capacidad de 20 yardas cúbicas, mismos que se utilizaron en el rediseño de las rutas de recolección constando de 80 microrutas y 6 macrorutas permitiendo así en inicio del año 2003, el éxito en la prestación de mencionado servicio permitiendo aprovechar al máximo dichos vehículos mitigando las quejas de la ciudadanía hacia la Dirección de Limpia mismas que se reflejaban en el ambiente político de dicho periodo, que de no haber implementado este rediseño hubiesen ocasionado conflictos con la admón. municipal en turno 2002-2004, por grupos políticos externos a la ideología de la actual

3.4 Propuesta de un Sistema integral de manejo de residuos sólidos

El Sistema Integral de Manejo y Aprovechamiento de Residuos Sólidos (SIMARS Oaxaca) en El Municipio de Oaxaca implementado en la Admon. Pública Municipal en el periodo 2002-2004, es un proyecto integral con un horizonte de 20 años que contempla todos los elementos que se vinculan con la Generación, la Minimización, el Aprovechamiento de estos residuos, incluyendo la Transferencia y la Disposición Final en un Relleno Sanitario con estricto apego a las normas ambientales, donde el costo y la optimización de los recursos públicos es esencial para el municipio.

El SIMARS está constituido de cinco etapas principales:

1. Cobertura del Servicio de Recolección al 100% y mitigación de los impactos ambientales del tiradero municipal
2. Selección y aprovechamiento de los residuos sólidos
3. Minimización y disposición final adecuada de los residuos
4. Industrialización de los subproductos
5. Recolección selectiva de los residuos

En la Figura 11 se presenta de manera esquemática los componentes y principales indicadores del SIMARS.

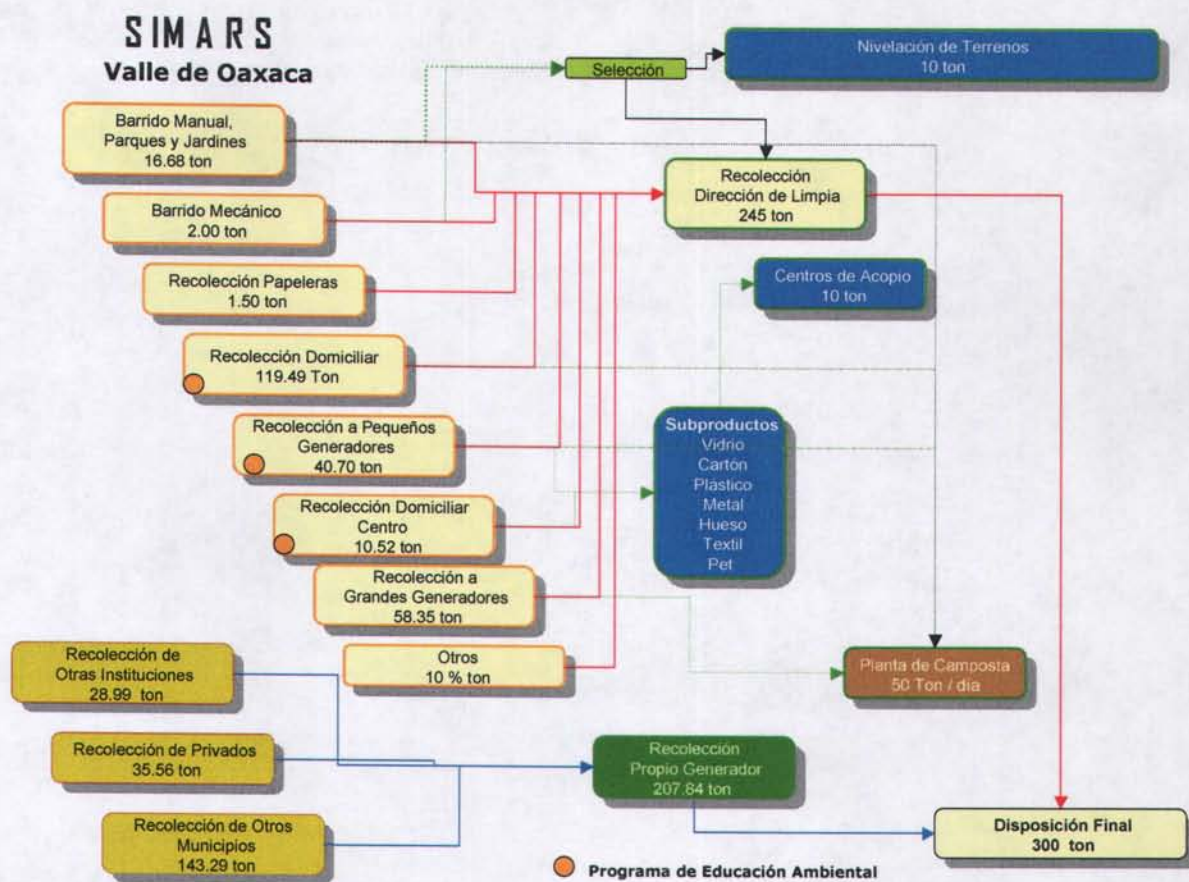


Figura 11: Componentes e Indicadores Simars

- El trabajo realizado en el período 2002-2004 implementado el programa SIMARS a la fecha ha permitido la continuidad y eficacia de corto y mediano plazos para el manejo de residuos sólidos desde su generación, recolecta, aprovechamiento, hasta su disposición. El presente programa detallado de trabajo responde a los siguientes requerimientos concretos del Municipio:
 - Se cuenta con una plantilla laboral dignamente motivada y capacitada para hacer más con menos recursos (tiempo, presupuesto) y bajo una estructura de costos manejable e incentivos adecuados.
 - A partir del programa SIMARS se cuenta con una capacitación que permite explotar óptimamente el equipo que el Municipio ha adquirido y continúa renovándolo, así mismo se cuenta con un servicio de limpia integral en donde cada una de las partes de la operación es supervisado tanto en términos de la calidad del servicio como de sus costos.

3. Se continúan con la depuración en la serie de acciones de minimización de impacto para el sitio de tiro, para controlar los problemas que dicho sitio ha enfrentado en los últimos siete meses.
- **El programa de trabajo SIMARS contempla que a través de la capacitación se continuará mejorando la calidad en la provisión del servicio, mediante los siguientes instrumentos de política**
- La continua capacitación de los trabajadores sindicalizados y de confianza en la operación y estrategia operativa;
- Proceso continuo de educación y capacitación ambiental de forma integral, es decir, a los trabajadores operativos pertenecientes al H. Ayuntamiento así como también a todos los habitantes del Municipio de Oaxaca de Juárez iniciando en los sectores estudiantiles.
- Proceso continuo en la inducción ciudadana a la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos
- Minimización del número de toneladas de residuos que se canalizarán al relleno sanitario;.

4. PRINCIPALES LOGROS AL FRENTE DE LA DIRECCIÓN DE LIMPIA

Implementación del SIMARS

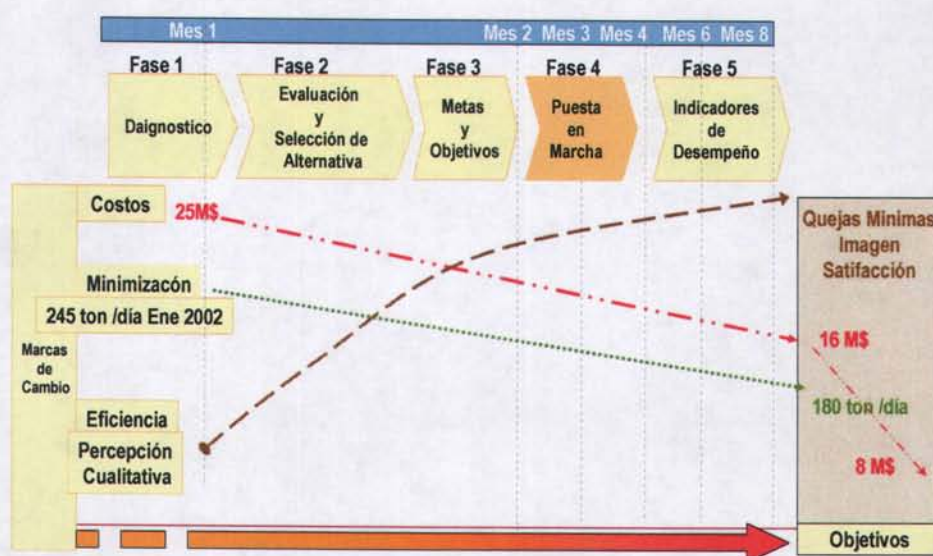


Fig. 12

3. Se continúan con la depuración en la serie de acciones de minimización de impacto para el sitio de tiro, para controlar los problemas que dicho sitio ha enfrentado en los últimos siete meses.
- **El programa de trabajo SIMARS contempla que a través de la capacitación se continuará mejorando la calidad en la provisión del servicio, mediante los siguientes instrumentos de política**
- La continua capacitación de los trabajadores sindicalizados y de confianza en la operación y estrategia operativa;
- Proceso continuo de educación y capacitación ambiental de forma integral, es decir, a los trabajadores operativos pertenecientes al H. Ayuntamiento así como también a todos los habitantes del Municipio de Oaxaca de Juárez iniciando en los sectores estudiantiles.
- Proceso continuo en la inducción ciudadana a la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos
- Minimización del número de toneladas de residuos que se canalizarán al relleno sanitario;.

4. PRINCIPALES LOGROS AL FRENTE DE LA DIRECCIÓN DE LIMPIA

Implementación del SIMARS

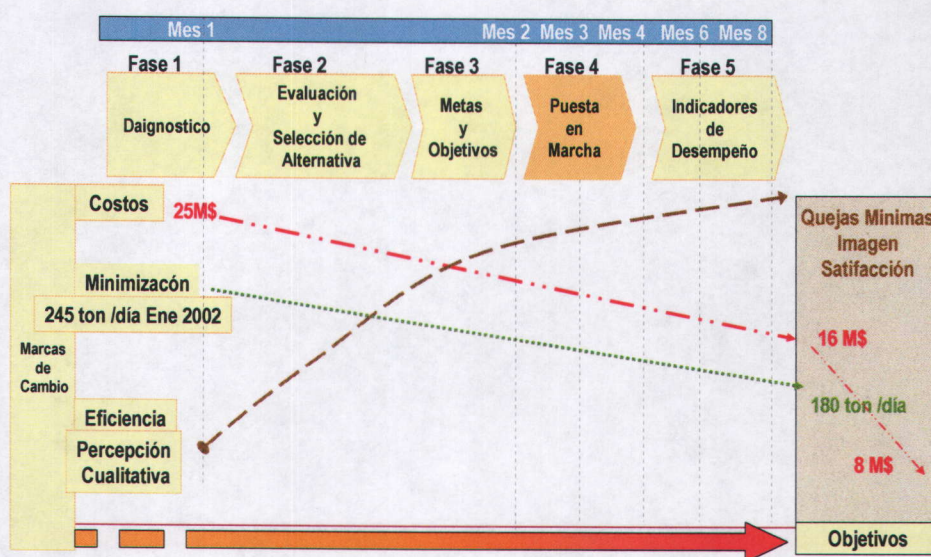


Fig. 12

Figura 13



RECONOCIMIENTOS DE CONVIVES POR LA MEJORA EN EL SERVICIO DE RECOLECCION BAJO EL PROGRAMA SIMARS

Figura 14.



PRESIDENTE MUNICIPAL EN CAMPAÑAS DE COMUNICACION SOCIAL Y AMBIENTAL CON RESPECTO AL PROGRAMA SIMARS 2002-2004



Figura 15.

ZONA DE TRANSFERENCIA IMPLEMENTADA EN EL MERCADO DE ABASTO MEDIANTE GRUA HIDRAULICA PERMITIENDO EL OPTIMO IMPACTO VISUAL Y MITIGACION EN EL IMPACTO AMBIENTAL DE DICHO SECTOR

EN QUÉ AYUDÓ LA FORMACIÓN DE INGENIERO EN LOS LOGROS OBTENIDOS

Los logros SIMARS encabezados por el Director de Limpia han permitido beneficiar de forma integral en los aspectos de salud, educación y materia ambiental a la sociedad oaxaqueña que en conjunto hasta la fecha es de aproximadamente **650,000 habitantes**, todo esto logrado través del desarrollo profesional integral, es decir, con base a capacidad, experiencia, análisis, entrega y dedicación de tiempo completo en el desarrollo de estrategias óptimas y ajustándose a las necesidades así como también en

superar los constantes retos propios del área, sean en materia económica, social y política con los valores proporcionados por la **Institución Académica UNAM**.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el programa **SIMARS** es un programa de trabajo integral con un horizonte de 20 años que contempla todos los elementos que se vinculan con la **Generación**, la **Minimización**, el **Aprovechamiento** de los residuos sólidos urbanos generados actualmente en el Municipio de Oaxaca de Juárez, incluyendo la **Transferencia** y la **Disposición Final**, en un **Sitio (SDF)** actualmente controlado y ordenado en espera que la decisión gubernamental correspondiente nos asigne un nuevo Sitio (SDF), que el programa está operativamente preparado para que el resultado esperado sea desarrollar de forma óptima un relleno sanitario.

Es un programa Integral porque ha incrementado significativa y positivamente hasta el momento la **cobertura, calidad y atención al ciudadano en el servicio de Limpia** de la Cd. de Oaxaca de Juárez., así mismo ha reducido costos de operación anteriormente incontrolables por la falta de mecanismos de control en cada uno de los diversos subsistemas que componen la Dirección de Limpia (Barrido Manual y Mecánico, Recolección y Disposición Final).

Se recomienda para la continuidad y éxito permanente a este programa integral:

- Detallar, capacitar y apoyar en la instrumentación de las acciones para la vinculación de los esfuerzos intermunicipales en un proyecto para el Valle de Oaxaca. Esto se propone debido a que, en virtud de la división geográfica y política que caracteriza al Valle de Oaxaca, la solución de los problemas del municipio no es competencia exclusiva del propio municipio sino es necesario adoptar un enfoque metropolitano regional. Por tal razón, proponemos estudiar las acciones que se deben llevar a cabo para impulsar este enfoque, así como apoyar a las autoridades en el caso de que la iniciativa metropolitana prospere.
- Definir una estrategia de regionalización para hacer más eficiente el manejo de los residuos y dar oportunidad a municipios relativamente pequeños de contar con servicios de calidad a un costo razonable.

- Desarrollar una perspectiva de futuro que le permita por un lado tener claros los problemas que se presentarán de no actuar, y por otro lado, mejorar la calidad de las decisiones de corto plazo, al incorporar en ellas consideraciones de largo alcance y de trascendencia regional.

En la parte operativa se recomienda para:

- **Subsistema de Barrido Mecánico**

Para este frente de trabajo se considera la recomendación de emplear dos barredoras una municipal con un ancho de barrido de 3 metros lo que permitirá en una sola pasada recuperar los residuos y almacenarlos en su propia tolva con un capacidad promedio de 3 m³.

Este tipo de unidades cuenta con cepillos laterales lo que permite acercarse a la aristas de la guarnición y de la superficie de rodamiento. Estas unidades cuentan con depósitos de agua útil para la hidratación de la superficie para eliminar la suspensión de polvo a su paso. Existen barredoras en el mercado de 4 cilindros y 100 HP.

Esta barredora se recomienda se destine a la circulación en las avenidas principales y secundarias de la ciudad y la segunda actualmente (2005) opera exclusivamente en el Centro Histórico mediante el mecanismo tipo de succión. (Fig.8)

Por otro lado, se debe continuar con el programa permanente y actualizado en

1. El diseño financiero, ambiental e ingenieril de cada subsistema Privilegiar todas las acciones que puedan ser patentemente observadas y verificables por la ciudadanía;
2. Medidas que tengan como objetivo que la población observe cambios rápidos en la forma de atención en el servicio de limpieza por parte del municipio;
3. Que cada etapa subsecuente del programa se lleve a cabo con rapidez para que el análisis no se convierta en parálisis.
4. En consecuencia, se recomienda un programa permanente y coordinado de trabajo que se realizará entre las coordinaciones generales involucradas dentro del esquema municipal teniendo como prioridades:
5. Continuar con la capacitación y acciones que conduzcan a ahorros.

6. Depuración continua con personal y equipo para el barrido mecánico y manual
7. Supervisión continua y efectiva en la recolección domiciliaria, siendo este subsistema el de mas cuidado por los vicios ocultos que continúan aunque se han minimizado hasta el momento.
8. Cambios significativos en la normatividad, en específico a los artículos correspondientes a las sanciones económicas al ciudadano dentro del Reglamento de Limpia

Para el Sitio de Disposición Final.

9. **Proyecto de clausura (2005-2007).** En el que se propone detallar, capacitar y apoyar en la instrumentación de las acciones para la vinculación de los esfuerzos intermunicipales en un proyecto para el Valle de Oaxaca. Esto se propone debido a que, en virtud de la división geográfica y política que caracteriza al Valle de Oaxaca, la solución de los problemas del municipio no es competencia exclusiva del propio municipio sino es necesario adoptar un enfoque metropolitano regional. Por tal razón, será de suma importancia estudiar las acciones que se deben llevar a cabo para impulsar este enfoque, así como apoyar a las autoridades en el caso de que la iniciativa metropolitana prospere.
10. Definir una estrategia de regionalización para hacer más eficiente el manejo de los residuos y dar oportunidad a municipios relativamente pequeños de contar con servicios de calidad a un costo razonable.

6. PERSPECTIVAS

Desarrollar una perspectiva de futuro que le permita por un lado tener claros los problemas que se presentarán de no actuar, y por otro lado, mejorar la calidad de las decisiones de corto plazo, al incorporar en ellas consideraciones de largo alcance y de trascendencia regional.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía y fuentes de información.

Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT. México, 1999.

Reglamento de Limpia vigente de la Cd. de Oaxaca de Juárez (1996)

Selección de sitios y gestión de residuos sólidos municipales. Ângelo José Consoni.
<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/13seleccion.pdf>

Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. México, 1997.

<http://www.ine.gob.mx>.

8. APÉNDICES

REGLAMENTO DE LIMPIA DE LA CD. DE OAXACA DE JUAREZ (1996).

Art. 85.- Todos los habitantes y visitantes de la Ciudad de Oaxaca, están obligados a cooperar para conservar aseadas las calles, banquetas, plazas, jardines, edificios y espacios públicos en general.

Art. 87.- Queda prohibido depositar o arrojar residuos sólidos a la vía o áreas públicas, propiedades Municipales, Estatales, Federales y Particulares en solares, barrancas, pozos, lechos de río, terrenos sin construir, alcantarillas y en cualquier otro espacio abierto o cerrado que no haya sido debidamente destinado y autorizado para este fin.

Art. 102.- Queda prohibido que conductores y ocupantes de vehículos de uso público o privado, arrojen residuos de cualquier forma y tamaño u objetos a la vía pública.

Art. 105.- La falta de cumplimiento a las disposiciones contenidas en este Reglamento y su infracción, serán motivo de aplicación sanciones.

SANCIONES

Art. 110.- Las multas consistirán en los pagos que deberá hacer el infractor al Municipio de Oaxaca, tomando como base el salario mínimo vigente de la Ciudad de Oaxaca al momento de ocurrir la infracción.

Art. 111.- Las suspensión temporal de cancelación del permiso o licencia, consistirá en la revocación por tiempo determinado o indefinido de la concesión otorgada y en el retiro temporal o definitivo del uso de los materiales con los cuales se hubiese perpetrado la violación a los lineamientos.

Art. 113.- El arresto consistirá en la privación de la libertad que deberá imponer por las violaciones al Reglamento a juicio de la Autoridad Municipal.

Art. 114.- La Autoridad Municipal Según la Naturaleza y la gravedad de la infracción, podrá imponer las sanciones que estime procedentes, según lo establecido en los artículos anteriores.

Art. 117.- Si persona alguna violará el presente Reglamento y se le encontrará INFRAGANTI se procederá inmediatamente a levantar un acta pudiéndose consignar a la persona a la Autoridad Municipal competente.

MULTAS: 500 pesos por infracción la primera vez, y hasta la privación de la libertad y revocación de licencia de operación para reincidentes.