

## **Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios (Ecoeficiencia)**

**Jesús Racero Moreno, Edgar Pérez Arriaga**

### **1. Introducción**

Según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) se denominan residuos sólidos a “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidos”.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1993), los define como “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero”.

El desarrollo económico sufrido en las últimas décadas y los cambios en patrones de productos de consumo, refleja serios problemas en la prestación de los servicios públicos, destacan por su importancia los altos costos del servicio para la recolección, manejo y transporte de *residuos sólidos domiciliarios*, (RSD).

La problemática se da principalmente en las áreas de mayor población, donde la insuficiente capacidad para recoger los residuos conducen a la aparición de tiraderos clandestinos, que se convierten en potenciales focos de infección en las ciudades.

Tanto la capacidad de los camiones, las distancias, el crecimiento acelerado de nuevos centros de población, aunado al mal diseño de las rutas contribuye a que el servicio de recolección no cumpla con las expectativas esperadas de este servicio.

En la mayoría de los casos, las rutas se diseñan de forma intuitiva. En vez de ser creadas a partir de un estudio técnico, de ahí que los tiempos y gastos en combustible se vean incrementados. Las personas también contribuyen con este problema al depositar en cualquier lugar sus residuos complicando los procesos de recolección y obligando a los camiones a detenerse por más tiempo en un lugar o recorrer mas distancias fuera de las programadas en la ruta original de recolección. (*Obras Públicas, Victoria 2005*)

La recolección de residuos es, en términos generales, el transportar los residuos sólidos desde su almacenamiento en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final o a la estación de transferencia.

La recolección clandestina de residuos en comercios e industrias, así como la utilización de las unidades vehiculares para servicio privado, son factores que afectan esta etapa del sistema de aseo urbano (*SEDESOL, 1998*).

El siguiente trabajo está destinado en promover mejoras en el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios. Para ello, se propone una metodología de diseño de rutas que no solo optimice la ruta que debe seguir los vehículos sino además recomiende la localización de los puntos de recogida.

## **2. Metodología**

La metodología diseñada está enfocada en dos principales puntos, en el primero se identifican los modelos matemáticos (método simples, gráfico, analítico entre otros) que han ido utilizando en la literatura para posteriormente realizar un análisis comparativos entre ellos. Además los modelos son ampliados mediante la incorporación de nuevas restricciones tales como la capacidad de flota o número de operarios. Los diferentes modelos son comparados con las actuales rutas donde se intenta mejorar la eco-eficiencia que no es otra cosa que el proceso continuo de maximizar la productividad de los recursos, minimizando desechos y emisiones, y generando valor para la empresa, sus clientes, sus accionistas y demás partes interesadas. (*WBCSD, Cumbre de la Tierra en Río, 1992*)

El segundo punto está orientado a emplear técnicas SIG (Arcview ), para la realización de un análisis de redes con el objetivo de simular el desplazamiento de los vehículos a través de las carreteras de la zona de estudio.

Finalmente, mediante la identificación de modelos matemáticos basados en programación lineal y con la ayuda de datos georeferenciados GIS ( sistemas de información geográfica) ya utilizados en otras partes del mundo, se busca el método mas adecuado a esta comunidad tomando variables como, rutas y de la vialidad de la ciudad, para determinar tipo de camión, los tiempos de recorrido actuales y a partir de ahí comenzar con la elaboración de la propuesta más viable para la recolección de residuos sólidos en la ciudad evaluando tiempos y movimientos.

## **3. Aplicación de la Metodología**

La metodología propuesta para evaluar el rediseño del proceso de recolección de residuos sólidos en Ciudad Victoria. Sería en siguiente:

- 1.- Recogida y análisis de la información
- 2.- Localización de puntos de recogida de residuos
- 3.- Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos
- 4.- Evaluación de los métodos aplicados

#### **4.- Justificación del Estudio**

Siendo la recolección de los residuos sólidos urbanos, una tarea bajo la responsabilidad de los gobiernos municipales, enfrenta por diversas causas, serias limitaciones para su eficiente desempeño, uno de ellos es sin duda el desconocimiento por parte del encargado del sistema de limpia o servicios públicos de los métodos de elaboración de rutas de recolección y formas de disposición de la basura que se genera su ciudad. (*NOM-083-SEMARNAT-2003*)

En el medio mexicano el sistema más usado, tradicionalmente, para el diseño de rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos ha sido en base al juicio y experiencia del jefe de limpia, o bien de los chóferes de los vehículos recolectores, quienes hacen las veces de proyectistas. Obviamente que el criterio y experiencia tanto del jefe de limpia como de los chóferes, no es siempre el mejor, por lo cual la mayoría de las rutas de recolección diseñadas por ellos dejan mucho que desear en cuanto a aspectos de operación y funcionamiento. (*Obras Públicas, Victoria 2005*)

Un mal diseño de rutas de recolección, trae como consecuencia, graves daños al sistema de recolección, entre los que se pueden citar los siguientes: (*SEDESOL 1999*)

- Deficiente operación y funcionamiento del equipo.
- Desperdicio de personal.
- Reducción de las coberturas del servicio de limpia.

Y la proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la ciudad.

Asimismo, para adoptar las diferentes decisiones previas para el mejoramiento de las rutas de recolección de los residuos sólidos, es indispensable informar adecuadamente al público de las razones que hay para hacerlo y llegar a obtener su colaboración. Los argumentos tienen que basarse en razones sanitarias y de reducción de costos.

Aún cuando existen subsidios estatales para el servicio de recolección, el público también está pagando los costos innecesarios, en tal caso en forma indirecta. Por lo tanto sin la comprensión y la colaboración al público, la posibilidad de éxito de las rutas que se diseñen se reduce. El estado confiere a los municipios la responsabilidad de administrar y dotar a la población de los servicios públicos necesarios (*artículo 115 constitucional*)

Otra limitación presente lo es también la restricción presupuestal a las que se enfrentan las administraciones municipales, que trae como resultado un equipo de limpieza más obsoleto y menos eficaz cada vez más obsoleto y menos eficaz. Como resultado, se cuenta con un sistema hecho de manera intuitivo, que no cumple con las necesidades de una sociedad en constante desarrollo.

Ante esta situación, se plantea a través de este estudio atacar ambas vertientes, ofreciendo una herramienta versátil, capaz de adaptarse a las condiciones específicas de cada ciudad y fácil de implementar por parte de los encargados del sistema de limpieza pública.

Este sistema tiene como finalidad, permitir el diseño óptimo de las rutas de recolección de basura, establecer la cantidad y el tipo de unidades de recolección, así como el horario ideal para evitar conflictos viales, disminuyendo así las molestias a la ciudadanía.

## **5.- Metodologías para el diseño de Rutas de Recolección.**

Hablando de los métodos existentes para el diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos, es que si bien se encuentran disponibles, estos no son implementados por las administraciones municipales, en primer lugar porque son complicados y entenderlos hasta dominarlos representan una inversión en tiempo que los funcionarios no están dispuestos a realizar, bajo el argumento de que el problema de la basura debe atenderse desde el primer día y no hay tiempo para sentarse a aprender un manual.

### **Macrorutas.**

Se denomina macrorutas a la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo recolector. (*SEDESOL 1999*)

Básicamente el macroruteo consiste en dos etapas: proyecto de gabinete y ajuste de campo; en el primero se hace el cálculo teórico de las necesidades u áreas asignadas a cada vehículo, y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancearlos y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas. Muebles y animales muertos no son aceptados en el vehículo recolector. Los residuos peligrosos deben ser definitivamente excluidos de la recolección regular, debido a los peligros que entraña su recolección y disposición.

En forma general, se puede decir que el diseño de las macrorutas se puede llevar acabo de la siguiente manera:

### **Sectorización.**

La sectorización consiste en dividir la ciudad (si es lo suficientemente grande), en sectores operativos, de manera que cada uno tenga los vehículos de recolección requeridos, oficinas y garaje, buscando que sea una sección administrativa autónoma con servicios de mantenimiento preventivo y limpieza.

Criterio para definir los sectores, además de unidades de recolección considera cerros, cañadas, ríos, calles, avenidas, vías férreas, etc.

### **Zonificación del sector.**

Cada sector se debe dividir en zonas que serán cubiertas por un vehículo recolector durante la semana. Para realizar esto se debe contar con la siguiente documentación, para cada colonia o barrio dentro del sector.

- Planos que contengan: urbanización, áreas pavimentadas, topografías y tipos de disposición y/o tratamientos.
- Zonas de habitación unifamiliar: nivel socioeconómico, número de casas, tránsito, vialidad y número de habitantes por vivienda.

- Localización de puntos de generación de residuos sólidos: mercados, supermercados, centros comerciales, cines, hospitales, restaurantes, etc.
- Generación unitaria de residuos sólidos de los elementos anteriores.
- Método de recolección a utilizar y
- Frecuencia de recolección.

Un diseño preliminar de macrorutas se puede hacer partiendo de la población "P" de una zona de la ciudad, de la producción de residuos sólidos en Kg./hab./día "G" y de la frecuencia del servicio "F", expresado en días/semana. El número de días que transcurren entre dos recolecciones serán G/F, si no consideramos por el momento lo que ocurre los días domingo y se trabaja seis días por semana.

**Resulta:**

Producción de residuos sólidos por día en la zona elegida = P x G.

Cantidad de residuos sólidos que se deben recoger en la zona que corresponde el servicio = P x G

Cantidad de residuos sólidos que puede recoger el vehículo = N x C.

$$P \times G \times (G/F) = N \times C \dots \dots (5)$$

**Donde:**

C= capacidad del vehículo en Kilogramos.

N= número de viajes por turno.

**Población.**

Generalmente la vida de un proyecto de recolección es corta entre 5 y 8 años, según la vida útil del equipo, por lo tanto es necesario estimar la población durante unos 10 años y establecer un programa de reposición de equipo.

**Frecuencia de la recolección.**

La frecuencia "F" resulta de las decisiones previas a tomar en la recolección; mientras menor sea la frecuencia, más económica es la recolección. Como la mosca tarda entre 9 y 20 días en llegar del huevo a adulto, por razones sanitarias no conviene reducir la frecuencia a menos de 2 veces por semana y, como límite una vez por semana. En América Latina es un lujo innecesario la recolección diaria por su alto costo y es riesgosa para la salud la frecuencia menor a dos veces por semana.

Es importante considerar que en una ruta de recolección hay distancias productivas, es decir, aquellas en que se está cargando los residuos sólidos, y distancias muertas, en las que el vehículo se desplaza de un lugar a otro sin cumplir trabajo efectivo. Si llamamos "a" a la distancia productiva que puede recorrer el vehículo en el tiempo t, obtendremos la distancia que se cubre en la recolección:

$$km = \frac{a \times T \times r}{60}$$

Puede ocurrir que:

$$\frac{P}{d} > \frac{a \times T \times r}{60} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

P = población de la zona que atenderá un vehículo en cada turno.

d = densidad de población en hab/km.

a = proporción de distancia productiva en relación a la distancia total.

T = tiempo disponible para la recolección en minutos.

r = velocidad de avance del vehículo durante la recolección, en km/hr.

El diseño de rutas consiste principalmente en aumentar los valores de "a", es decir, que las distancias productivas sean máximas y que las longitudes muertas se reduzcan tanto como sea posible si resulta:

$$\frac{P}{d} > \frac{a \times T \times r}{60}$$

El tiempo disponible no alcanza para cumplir la tarea y es preciso hacer ajustes. De lo contrario si resulta:

$$\frac{P}{d} < \frac{a \times T \times r}{60}$$

Sobra tiempo disponible.

Por lo tanto, lo ideal es buscar que:

$$\frac{P}{d} = \frac{a \times T \times r}{60}$$

La densidad de población "d" en habitantes por km se determina dividiendo la densidad de la población por la longitud total de las calles. Sin embargo, "d" es variable dentro de la ciudad, por lo que al hacer los ajustes hay que establecerlas mediante censos locales.

El valor de "a" es la distancia que recorre el vehículo cargando residuos dividida por la distancia total que recorre la ruta, lo que se mide en un plano. Varía entre 0.9 y 0.6.

El tiempo "T" disponible para recolección resulta de restar de la jornada legal de trabajo el tiempo empleado en ir desde el garaje al inicio de la recolección, el gastado en ir y regresar de los lugares de disposición y el regreso al garaje. En todo caso, estos viajes deben determinarse para cada ciudad.

La velocidad de recolección "r" es una constante en los países latinoamericanos, al menos en los sectores residenciales, y se puede establecer dividiendo la distancia recorrida en sus rutas existentes por el tiempo empleado. Dicha velocidad varía entre 1.5 y 1.9 km/hr.

### **Número de casas o usuarios por vehículo.**

El número de casas o usuarios que puede servir un vehículo se estima a través de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{N \times C \times F}{Hc \times G} \dots\dots\dots (12)$$

**Donde:**

U = usuarios servidos por el vehículo en una jornada normal de trabajo.

N = Número de viajes que puede realizar el vehículo en la jornada.

C = Capacidad del vehículo, en kg.

F = Frecuencia de recolección.

Hc = Habitante promedio por casa o vivienda.

G = Producción de residuos sólidos en kg /hab/día.

$$U = u \times c \dots\dots\dots (13)$$

para:

$$F = 6/7 ; c = 1$$

$$F = 3/7 ; c = 2$$

$$F = 2/7 ; c = 3$$

$$F = 1/7 ; c = 6$$

### **Reglas Básicas para el Diseño de Rutas.**

- a). El diseño de rutas trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.
- b). Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad o localidad en estudio.
- c). El inicio de una ruta debe estar cerca del garaje y el final cerca del lugar de disposición final de residuos sólidos.
- d). En lugares con pendientes fuertes o desniveles altos, debe procurarse hacer el recorrido de la parte alta a la parte baja. Si se presentan hondonadas que hay que bajar y luego subir, hay que procurar atenderlas al comienzo del viaje, cuando el vehículo recolector va con poca carga.
- e). Tratar de recolectar simultáneamente ambos lados de la calle. Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.
- f). Se debe respetar el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.
- g). Evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U, por que hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
- h). Las calles con mucho tránsito deben recorrerse en las horas en que este disminuye.
- i). Cuando hay estacionamientos de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos que la calle está mas despejada.
- j). En las calles muy cortas o sin salida, es preferible que los vehículos recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con los residuos, o en su caso el público lo deposite en la esquina más cercana a la ruta de recolección. Esto economiza mucho tiempo.
- k). Cuando la recolección se hace simultáneamente a ambos lados de la calle, deben hacerse recorridos largos y rectos, con pocas vueltas.
- l). Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorridos con muchas vueltas a la derecha alrededor de manzanas.
- m). Es preciso reconocer muy bien las características propias de la ciudad para que las rutas de los camiones recolectores no causen muchos problemas. (*SEDESOL 1999*)

### **CASO:**

Con los datos siguientes determinar el número de vehículos y zonas del sector, número de Viviendas que deberá cubrir un vehículo a la semana y tamaño de la cuadrilla.

Población = 90,000 hab.

Hab prom/casa = 5.5

Frecuencia de recolección= 3/7

Duración de la jornada = 8 hr.

Generación de residuos sólidos = 0.8 kg/hab/día.

Factor de cobertura = 100 %



Factor de reserva = 1.10  
Peso volumétrico compactado = 450 kg/m<sup>3</sup>  
Rendimiento = 425 kg/Hombre/hr  
Número de viajes = 2  
Volumen de la caja = 12 m<sup>3</sup>

Solución:

a). Número de vehículos y zonas

$$N_v = \frac{G \times P \times 7 \times Fr \times K}{N \times C \times dh}$$

$$C = V \times Pv$$

$$C = 12 \times (450) \text{ por lo tanto}$$

$$C = 5400 \text{ Kg}$$

$$N_v = \frac{0.8 \times 90,000 \times 7 \times 1.1 \times 1.0}{2 \times 5400 \times 6}$$

$$N_v = 8.5 = 9 \text{ vehículos} = 9 \text{ zonas}$$

b). Número de viviendas que deberá cubrir el vehículo a la semana

$$U = \frac{N \times C \times F}{Hc \times G}$$

$$U = \frac{2 \times 5400 \times 3/7}{5.5 \times 0.8} = 1052$$

$$\text{Si } F = 3/7; c = 2$$

$$U = u \times c; U = 2(1052) = 2104 \text{ casas/semana.}$$

1052, los lunes, miércoles y viernes; 1052, los martes, jueves y sábados

c). Tamaño de la cuadrilla.

$$Nr = \frac{N \times C}{R \times H}$$

$$Nr = \frac{2 \times 5400}{425 \times 8} = 3.17$$

$$Nr = 3 \text{ hombres}$$

Después de efectuar la zonificación es necesario diseñar cada ruta en detalle, para lo cual es preciso considerar las reglas básicas, que se sustentan en una serie de factores variables de acuerdo con la localidad en cuestión, los cuales se enuncian a continuación:

- Traza urbana de la localidad
- Topografía de la localidad
- Ancho y tipo de las calles
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos

### ***Microrutas.***

Se denomina microruteo, al recorrido específico que deben realizar diariamente los Vehículos recolectores de residuos sólidos, en los sectores de la ciudad donde han sido asignados. (SEDESOL 1999). El diseño de microrutas debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la ciudad en estudio, los cuales se enuncian a continuación:

- Plano que contenga; trazo urbano, topografía, ancho y tipo de calles y tipos de disposición final.
- Método de recolección.
- Equipo de recolección.
- Densidad de población.
- Generación de residuos sólidos

En forma general se puede decir que los métodos determinísticos son los más recomendables para el diseño de microrutas, ya que en ellos se pueden involucrar todos los parámetros que inciden en el diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos. Además con este tipo de métodos si se obtienen rutas optimas de recolección de residuos sólidos. Ahora bien, dos de los más importantes métodos determinísticos son los siguientes algoritmos:

- Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.
- Algoritmo del cartero chino.

El primero de ellos se aplica en los casos en que la demanda es discreta; el segundo, es ideal para los casos en que la demanda es continua o semicontinua. De acuerdo con lo último, el algoritmo de Little se debe utilizar cuando el método de recolección de residuos sólidos es exclusivamente de esquina o parada fija; mientras que con el algoritmo del cartero chino, se diseñaran las rutas de recolección de residuos sólidos, cuando la ciudad cuente con un método de recolección tipo acera o intradomiciliaria o bien alguna de sus variantes. (Cox-Little-O'Shea 1996)

### ***Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.***

Este algoritmo recibe dicha denominación en virtud de que Little J. D. C. *et al*, sugirió utilizar el algoritmo de "Branch and Bound" (ramal y zona limítrofe) de la solución de la ruta más corta del agente viajero.

Belmore and Nemhauser, recomiendan tres formas de reducir el tiempo y costo de computación de las rutas: mejora ruta a ruta; guía de ruta y la eliminación de rutas menores.

### ***Mejora ruta a ruta.***

El analista va generando rutas solución hasta llegar a una ruta que le parezca satisfactoria; utilizando soluciones heurísticas, esto es, soluciones basadas en el conocimiento y experiencia del analista en mejorar las rutas. Esta solución empírica no garantiza una solución óptima pero sí una solución práctica.

### ***Guía de ruta.***

En esta forma se plantea construir la ruta, siempre tomando la ruta más corta a la ciudad vecina.

La gran limitante es a veces que elegir sólo la ciudad más cercana puede no optimizar la ruta, aunque si garantiza una solución práctica.

### ***Eliminación de las rutas menores.***

Nuevamente se basa en consideraciones heurísticas, es decir que secciones de la ruta le hacen alejarse de lo óptimo; y en consecuencia el costo de una sección de la ruta rebasa el límite

superior (o capacidad del vehículo recolector).

### ***Algoritmo del cartero chino.***

Es una aplicación de la solución de redes de flujo con arcos (calles) dirigidos. Hay un número de rutas que se pueden trazar uniendo una serie de vértices de tal manera de visitarlos a todos al menos una vez. Euler planteó el problema de trasladar un desfile militar atravesando los siete puentes de su ciudad natal. Estudiando la configuración de los puentes y las calles encontró que no existía solución factible y propuso una serie de leyes matemáticas para hallar todos los recursos existentes en una red. Así se ha definido como un circuito Euler a toda ruta que, sea continua, que cubra cada arco de la red al menos una vez y que regrese a su punto de partida. ( *GRAPHES ET ALGORITHMES 1995* )

Si los arcos no son uní cursivos, (en una sola dirección) se pueden utilizar reglas muy sencillas para saber si hay una solución de ruta Euler. Si el número de vértices en la red es un número impar, existe una solución tipo Euler; de ser un número par, no existe dicha solución y algunos arcos deben ser trazados más de una vez.

Fue una revista china de matemáticas donde se planteó por primera vez una solución óptima a un circuito Euler. Describiendo las actividades de un cartero en caminar su ruta postal (en otras palabras "la ruta del cartero chino"). En este problema la ruta buscada es la que reduce la distancia viajando a lo largo de las calles (arcos) un sentido único y de regreso a su central de correos.

## **6. Recomendaciones y conclusiones**

Es necesario que tanto analistas como usuarios de microrutas de recolección conozcan las limitaciones de los algoritmos y de información útil que se puede obtener de su aplicación a una ruta y su comportamiento al ser usada en el campo. Los algoritmos son sólo "modelos de simulación" que permiten experimentar el comportamiento de todo sistema de manejo de los residuos sólidos y evaluar el desarrollo de los distintos componentes del mismo.

Utilizando estos modelos, se pueden observar además la eficiencia de cobertura, tiempos de traslado, tiempos muertos y otra información útil. Así también una adecuada combinación de intuición, buen juicio para encontrar soluciones y apoyo tecnológico y financiero se puede lograr reducir los costos de recolección aún ante una extensión del servicio.

Un sistema de rutas bien diseñado, trae como consecuencia que el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos municipales sea eficiente. En otras palabras, una mejora notable en el diseño de rutas, reduce costos de operación y mantenimiento; reduce la distancias muertas; se modifica la proporción de las distancias productivas respecto a la distancia total recorrida; se da el servicio a toda la población tal como se ha proyectado; se aprovecha toda la capacidad de los vehículos recolectores; se aprovecha toda la jornada legal de trabajo; se obtiene mayor colaboración del personal al darse cuenta que los nuevos recorridos le permiten ahorrar trabajo improductivo. Además permite en un momento dado adquirir más unidades de recolección.

Sin embargo, después de estar funcionando eficientemente un sistema, es preciso revisarlo una o dos veces al año, ya que es inevitable que se produzcan cambios en la ciudad. Dichos cambios pueden provocar aumento en la cantidad de residuos sólidos en algunos sectores; incremento en el tránsito en ciertas calles; sumarse nuevos sectores habitacionales; etc.

Por lo antes expuesto, el proceso para mejorar el sistema de recolección de residuos sólidos municipales, requiere de una atención ininterrumpida y responsable tanto de las autoridades involucradas como del público en general.

## **BIBLIOGRAFIA**

*Cox-Little-O'Shea, Ideals, Varieties and Algorithms. UTM Springer, 1996.*

*Edmonds, J.; Johnson, E. L Matching, Euler Tours and the Chinese Postman, Match. Programming 5, 88-124 (1973)*

*SEDESÓL, 1999. Manual de Técnicas Administrativas para el Servicio de Limpia Municipal. Editado por Ingeniería para el Control de Residuos Municipales e Industriales, S.A. De C.V. D.F. México.*

*SEDESÓL, 1998. Secretaria de Desarrollo Social. Manual de Técnicas Administrativas para el Servicio de Limpia Municipal. Editado por Ingeniería para el Control de Residuos Municipales e Industriales. S.A. de C.V. D.F. México*

*LGEEPA, 1993. Ley General de Equilibrio Ecológico y Proyección al Ambiente*

*(WBCSD, Cumbre de la Tierra en Río, 1992)*

*Graphes et Algorithmes. Eyrolles. Paris 1995*

*Obras Públicas, Victoria 2005 Ayuntamiento Municipal 2005-2007 Cd. Victoria Tamaulipas México*