

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**Análisis económico del manejo de residuos sólidos de
la construcción, Bajo el enfoque del transportista**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
**LICENCIADO EN INGENIERÍA EN
SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO**

P R E S E N T A :

MANUEL ULISES GONZÁLEZ OLIVA

DIRECTOR DE TESIS

M. EN I. RAÚL SOTO PEREDO

Ciudad de México, enero de 2018.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Índice

Objetivo general.....	1
Objetivos particulares.....	1
Capítulo 1. Logística Inversa y Generación de Residuos Sólidos de Construcción.....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1. Logística.....	3
1.1.2. Logística urbana.....	7
1.1.3. Logística inversa.....	9
1.2. Industria de la construcción.....	10
1.2.1. Externalidades.....	12
1.2.2. Reciclado de Residuos sólidos de la construcción.....	13
1.2.3. Generalidades de la generación de residuos sólidos de la construcción.....	14
Capítulo 2. Marco Normativo para la Generación de residuos Sólidos de la Construcción.....	17
2.1. Ley Orgánica de la Administración Pública.....	20
2.2. Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal.....	21
2.3. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.....	23
2.4. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.....	26
2.5. PROY-NAF-007-RNAT-2013.....	27
2.6. Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.....	29
2.7. Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo.....	31
2.8. Resumen.....	36
2.9. Programa de Subsidio 2016.....	38
Capítulo 3. Problemática y actores.....	39
3.1. Problemática.....	40
3.1.1. Tiraderos Clandestinos.....	40
3.1.2. Operación de Transporte de Carga de RSC.....	43

3.2.	Registro de Generación de RSC en la Ciudad de México.....	45
3.3.	Análisis de la cadena de valor de RSC	50
	Capítulo 4 Modelo Económico y Análisis de Escenarios.....	54
4.1.	Modelo económico de costos en flete de RSC.....	55
4.2.	Planteamiento de variables	56
4.2.1.	Costos Fijos	57
4.2.2.	Costos Variables	60
4.3.	Planteamiento de escenarios	62
4.3.1.	Cálculo del costo variable	68
4.3.2.	Cálculo del costo fijo	70
4.3.3.	Escenarios	71
	Capítulo 5. Propuesta de solución.....	77
	Capítulo 6 .Conclusiones y Recomendaciones.	85
6.1	Conclusiones.....	86
6.2	Recomendaciones.....	88
	Anexos	91
	Bibliografía	137

Dedicatoria

Gracias

A mis padres José Paz y Olívía, por guiarme y forjarme como lo que ahora soy, porque creyeron en mí, por brindarme su apoyo incondicional, consejos, recursos, porque nunca me abandonaron en la carrera, por hacer esto posible y por darme el regalo de formarme como profesionalista.

A mis hermanos Alberto, Edgar, Ricardo e Ismael que siempre me enseñaron como es la vida, que por ser el menor crecí en un mundo de gigantes, el aprender de ustedes me hace mantener esa esencia de cada uno.

A mi novia Viridiana Pilar que siempre me brinda su apoyo, cariño comprensión, paciencia, por estar en esos momentos difíciles, siempre tener palabras de aliento y por tener siempre una compañera con una gran sonrisa.

Les dedico el presente trabajo como muestra del alcance de mi carrera profesional de una meta compartida, porque también son parte de mi logro... su logro.

Agradecimientos

A mi director de tesis M. en Ing. Raúl Soto Peredo que me guio durante todo el desarrollo de la tesis, por la paciencia, por los consejos, por creer en mí, por todo el tiempo invertido, por la motivación e inspiración en el crecimiento del presente trabajo.

Al profesor M. en Ing. Javier Gómez Maturano, por su atención y tiempo, por brindar la experiencia en el tema, la aportación ideas y conocimientos en el área de logística inversa, gestión de residuos y así mismo en el enfoque de sistemas.

A los sinodales M. en Ing. Gloria Elena Londoño Mejía, Dr. José Alberto Valdés Palacios y M. en Ing. Francisco Gerardo Alvarado Arias, por la dedicación y el tiempo por atender el presente proyecto

A la empresa Concretos Reciclados S.A. de C.V. por el apoyo brindado a sus instalaciones e información, en especial al ingeniero Enrique Granell por su generosidad, empatía, aporte y orientación.

A la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) por el otorgamiento de apoyo para la impresión y empastado de la presente tesis.

A la Sociedad en general por haber depositado sus impuestos dedicados a la educación y hacer posible mi carrera profesional.

Objetivo general.

Analizar, bajo el enfoque económico del transportista, el manejo de residuos sólidos de la construcción, como parte de la cadena de valor de la logística inversa.

Objetivos particulares.

Contextualizar la logística inversa en el manejo de residuos sólidos de la construcción.

Analizar y revisar el marco normativo vigente, para identificar obligaciones responsabilidades y actores en el manejo de residuos sólidos de la construcción en la Ciudad de México, así como los requisitos que se deben de cumplir en la operación del transporte de carga para realizar el servicio particular de limpia.

Analizar la problemática que se tiene en la gestión de manejo de residuos sólidos procedentes de la construcción en la Ciudad de México dentro del actual marco normativo.

Proponer un esquema de operación para la recolección de residuos sólidos de la construcción para:

- Incentivar el aprovechamiento que tienen los desechos de construcción y demolición.
- Reutilizar materiales de actividades de la industria de la construcción.
- Alargar la vida útil de los rellenos sanitarios existentes.

Capítulo 1. Logística Inversa y Generación de Residuos Sólidos de Construcción.

1.1 Antecedentes

El papel de la logística, a nivel empresarial, es proveer de productos y servicios a través de técnicas de distribución donde se establece un puente entre la producción y el mercado, donde implica planificación y gestión de recursos (Ballou, 2004) (Christopher, 1999) (Robusté, Campos, & Galván, 7-9 de Junio de 2000) (Sunil Chopra, 2008).

En términos generales, la logística presenta un flujo de productos en dos sentidos; uno directo que comprende el abastecimiento por medio de los actores (productor, distribuidor y consumidor), mientras que el segundo sentido se presenta de manera inversa, es decir, desde la recuperación de materiales y productos al término de su vida útil, para posteriormente reintroducirlos al mercado (Flores Calderón, Toro Ocampo, & Granada Echeverry, 2012).

La generación de residuos es producto de actividades que desarrolla el hombre, donde utiliza productos que al término de su vida útil son desechados y se componen básicamente de productos utilizados en la fabricación del mismo (Tchobanuglus, 1993).

En relación con la logística, la logística inversa es de interés ya que se gestionan los residuos sólidos, mismos que se pueden volver a introducir como productos a la cadena productiva, por medio del reciclado; este interés ha puesto énfasis en las actividades logísticas para la recuperación y revalorización del residuo y los mecanismos para un trabajo en conjunto entre los actores. Sumado a los temas de sustentabilidad, sostenibilidad, cambio climático y, en general, impacto ambiental; la logística inversa se ha vuelto un tema prioritario.

1.1.1. Logística.

Los orígenes de la logística provienen de actividades antiguas de comercio, por el abastecimiento de productos y mercancías, pero hubo auge en el área de la milicia por la necesidad de provisiones a las tropas militares, ofreciendo suministro de armas, alimento, medicamento y municiones en diferentes puntos, por lo que fue importante implantar un flujo de abastecimiento eficiente y seguro.

Con dicho antecedente se comenzaron las investigaciones en abastecimiento de provisiones sobre la logística durante la segunda guerra mundial. En el año 1961 la logística tomó importancia en el ámbito empresarial debido a que daba pie a la regulación de insumos y bienes, además de estudiar el comportamiento de la demanda y su correspondiente relación con el almacenaje y la distribución.

Actualmente se reconoce que la logística es parte esencial de cualquier actividad económica, es por eso que las empresas adoptaron este término como herramienta de administración.

Se entiende como Logística a la actividad encargada de planear y controlar *“el flujo almacenamiento eficiente de bienes y servicios, así como la información relacionada desde un punto de origen hasta el punto de consumo con el fin de satisfacer al usuario final”* (Ballou, 2004, pág. 124).

La meta de la logística es alcanzar un nivel de servicio deseado del consumidor al costo más bajo posible agregando valor al producto o servicio. Colocar los productos requeridos por el cliente siguiendo parámetros de calidad y cantidad, con el objeto particular de evitar escasez de mercancía, asumiendo la flexibilidad que le permita adaptarse a los medios cambiantes con los que interactuará durante el proceso de suministro.

En una perspectiva más amplia, la logística forma parte de la Cadena de Suministro ya que esta última está compuesta por los siguientes elementos:

- Materias primas: son materiales extraídos directamente de la naturaleza.
- Producción: son los procesos internos de transformación de la materia prima para elaboración del producto para el uso del cliente final
- Distribución y almacenamiento: organización y planificación de puntos donde se localizan distribuidores, control de inventarios
- Puntos de venta: lugares ofrecidos para la adquisición del producto
- Cliente Final: es el sujeto que desea la adquisición del producto.

Entre cada uno de estos elementos se pueden ubicar las funciones logísticas, por lo que se pueden reconocer como un elemento integrador del proceso productivo, de ahí su importancia. En este sentido podemos englobar de una manera simbólica el funcionamiento de la logística, integrando las actividades que conlleva el aprovisionamiento clásico de materiales y manufactura en tres aspectos generales como se muestra en la Imagen 1.

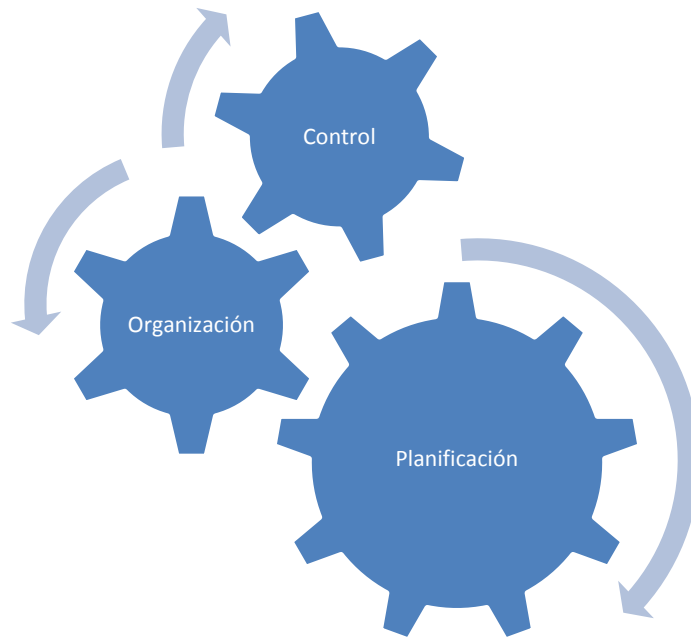


Imagen 1. Ciclo Logístico.

Fuente: modificado a partir de Christopher (1999).

- Planificación: se plantea la cadena de suministro como factor potencial en la segregación de responsabilidades que se realizan en dicha actividad, tales como compras, manufactura, distribución y ventas.
- Organización: conocimiento de la demanda y decisiones estratégicas con el fin de saber suministrar lo que el cliente desea.
- Control de la cadena de suministro y de inventarios.

La planeación, el diseño, la implantación y la operación de la logística no están exentos de externalidades positivas o negativas.

Ventajas	Desventajas
Implantar competitividad (costo, calidad y disponibilidad de productos).	Marco normativo más restrictivo y riesgo económico para el transporte.
Cumplir con la demanda del cliente.	Acumulación de stocks, aumento de demanda real y percepción que se tiene que producir.
Planificación y reducción de imprevistos.	Infraestructura vial variable y, en ocasiones, insuficiente.
Flujos de información y procesamiento de pedidos, inventario-venta, reglas de pedido.	Complejidad de la Ciudad (traza urbana).
Transporte, selección, modo de transporte y consolidación del flete.	Cero márgenes de error, conlleva alteraciones de tiempo y costo.
Control de inventarios.	Tráfico (convivencia con otros vehículos, tiempo y distancia).
Conocimiento del mercado.	Variaciones y modificaciones en la demanda de productos.
Sinergias entre productor, distribuidor, cliente y terceros, para la generación de ventajas competitivas.	Riesgos de coordinación, dependencia de actores terceros.

Tabla 1 Ventajas vs desventajas de la logística

Fuente: elaboración propia con base en Ballou (2004)

La logística en las empresas es importante en el ámbito de confiabilidad entre cliente-empresa debido a la disposición en tiempo, lugar de bienes y servicios a bajo costo, creando ámbitos de competencia con otras empresas.

1.1.2. Logística urbana

La logística que definimos anteriormente, fue adoptada a nivel empresarial y mezclaba enfoques globales con locales, teniendo una visión de ciudad como unidad de negocio, es decir, que los espacios urbanos no se contemplan como físicos si no como económicos; teniendo como pieza fundamental los movimientos que se realizan en la actividad comercial de distribución, el poder de atracción de las áreas metropolitanas atrae la importancia de dotación de productos y servicios, con el fin de satisfacer al cliente en cantidad, calidad y un costo adecuado (Robusté, Campos, & Galván, 7-9 de Junio de 2000).

Por lo anterior, se tiene ahora la necesidad de adoptar una postura que integre la planificación y gestión urbana, así mismo considerar de manera inmediata todas las operaciones y servicios de la ciudad, esto es, pensar en la ciudad como una red que forma parte de la cadena logística, con la intención de atender como conjunto (enfoque sistémico) y no a cada una de las partes que la conforman manteniendo el equilibrio del sistema, este enfoque es lo que se define como logística urbana (Robusté, Campos, & Galván, 7-9 de Junio de 2000).

La logística urbana de mercancías o última milla, donde se concentran todos los movimientos relacionados con la actividad comercial, distribución y suministro de bienes en las ciudades, es pieza esencial en el desarrollo económico y urbano, pero también una fuente de congestión vial en las diferentes acepciones de tipos de transporte (Antún Callaba J. P., 2013).

Por lo anterior, uno de los objetivos de la logística urbana es la distribución, planificación y gestión de la información, que componen el ambiente urbano, así mismo el bienestar de las personas, teniendo un panorama global que mantenga el sistema urbano equilibrado y responsable de sí mismo. (Robusté, Campos, & Galván, 7-9 de Junio de 2000)

Las externalidades que se asocian con la logística urbana de mercancías radican en el uso del espacio público, como se muestra a continuación:

- Competencia vehicular urbana: conflictos en la distribución de mercancías y la calidad de vida; se refiere al transporte que no es el adecuado para la traza de ciudad.
- Congestión: la distribución de mercancías en la ciudad representa una porción importante del tráfico. La operación de carga y descarga implica la diversidad de diferentes transportes y ocupación de la infraestructura.
- Contaminación: se asocia al consumo energético del transporte, emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero en áreas metropolitanas.
- Carencia de áreas de carga y descarga: ocupación de vía para maniobras, imponiendo reducción de carriles libres.

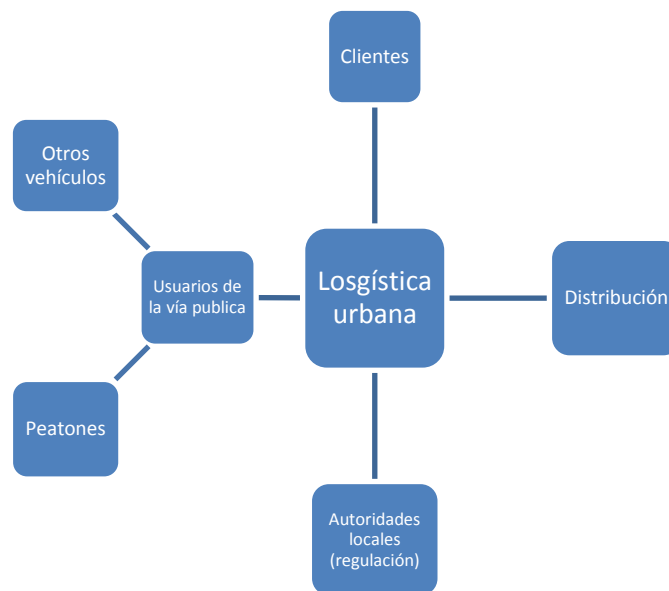


Imagen 2. Actores de la logística urbana.

En la Imagen 2. Se muestra cómo están relacionados los principales involucrados en la distribución de mercancías, ya que durante el desarrollo, existen implicaciones que afectan de manera inmediata a los actores.

1.1.3. Logística inversa.

Cuando un producto llega al consumidor y este termina su vida útil, la tendencia del fabricante es deslindarse del destino final de su producto ya que no era considerado dentro de la cadena de suministro, en consecuencia, los usuarios asumían la responsabilidad de disponer de los residuos en vertederos, por lo que los desechos se incineraban o se transportaban a lugares clandestinos. Este procedimiento toma importancia cuando se hicieron protestas de los ecologistas, por daños agresivos al medio ambiente, daños al suelo y ecosistemas. Bajo este contexto en la actualidad el consumo y la demanda de la sociedad, provoca la generación de residuos de diferentes origen y tipos, en el caso en particular los desechos de construcción (López Parada, 2010).

Los hábitos de consumo de la sociedad cada vez generan más residuos de distinta composición y origen, esta problemática se convierte en parte del sistema de economía del país. Con este antecedente latente se planteó una cultura empresarial, en donde se puedan recolectar residuos de su producto, lo que se llama logística inversa; ésta cubre aspectos derivados del consumidor así como productos devueltos, fuera de uso y defectuosos (López Parada, 2010).

El concepto básico de logística inversa (reverse logistics) es la integración de procesos enfocados a la reducción de insumos vírgenes, reciclado, sustitución de materiales y gestión de residuos (Antún Callaba J. , 2004).

En el tema de logística inversa, se apoya en los siguientes objetivos básicos:

- Centro de acopio, lugar designado para realizar tarea de reciclaje.
- Selección de residuos sólidos, filtro de materiales reutilizables.
- Reciclado, proceso de reingeniería o remanufactura.
- Nuevos mercados de materiales de costo accesible.
- Materiales para la reutilización.

En el caso particular, el filtrado de los materiales provenientes de construcción, trata de que éstos se puedan volver a utilizar.

Si bien es cierto que los materiales reciclados tendrán una calidad menor en comparación con el material inicial; los procesos asociados a la logística inversa permiten que los residuos sólidos producto de la construcción sean reutilizados en actividades similares a las del primer uso.

El filtrar materiales que se pueden volver a utilizar o reutilizables, permite que se pueda tener un ambiente amigable con la preservación de ecosistemas, debido a que se desea una gestión organizada en el manejo de residuos de construcción, desde el lugar inicial de producción de residuo, ya sea por revalorizar el residuo, por reciclar el material o hasta llegar al destino final.

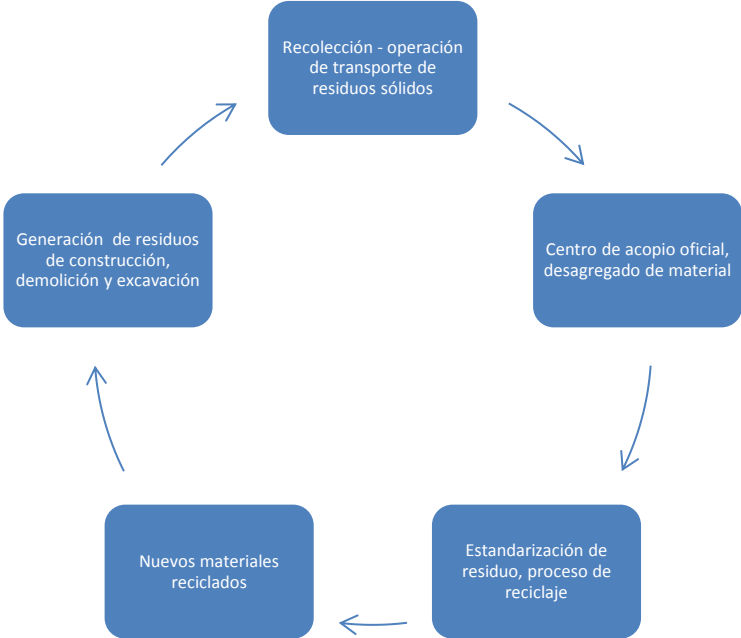


Imagen 3. Ciclo de logística inversa de residuos sólidos de construcción.

Fuente: elaboración propia con datos de Cortinas de Nava (2017)

1.2. Industria de la construcción.

Los residuos de actividades que son generados en la construcción, remodelación y excavación, desde las pequeñas autoconstrucciones hasta obras de gran dimensión, ya sean privadas o públicas, forman parte del sector productivo de generación de residuos de construcción y demolición (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2014)

En la industria de la construcción por lo regular se encuentran presentes los residuos sólidos, las actividades derivadas de esta industria generan cantidades de diversos materiales que dependen de la magnitud de la actividad que se ejecute y del grado de culminación de la obra; los residuos de la construcción están constituidos básicamente por materia inerte, por residuos de concreto, acero de refuerzo, madera, vidrio, arenas, gravas, tierra, barro, entre otros materiales prefabricados; existen estudios de estimación de caracterización de los residuos de construcción y demolición que afirman que el 39% corresponde a material de excavación, 24% de escombros, 25% de concreto y 12% de otros tipos de residuos (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2014).

El porcentaje anterior se refiere a compuestos por diversos materiales o combinaciones de los mismos tal como se puede ver en la Tabla 2.

Conjunto	Descripción	Porcentaje de incidencia (%)	Cantidad (Ton)
Excavación	<ul style="list-style-type: none"> Remoción y extracción de material de terrenos. 	39	2,381
Concreto	<ul style="list-style-type: none"> Fresado asfáltico. Bases de concretos. Morteros. Adocreos. 	24	1,482
	<ul style="list-style-type: none"> Asfalto: carpetas asfálticas 	1	15
Prefabricados/ combinaciones de materiales	<ul style="list-style-type: none"> Blocks. Tabiques. Concreto armado. 	24	1,456
Otros	<ul style="list-style-type: none"> Madera, cerámica, lamina, basura orgánica, papel, cartón. 	12	746
	TOTAL	100	6,080

Tabla 2. Clasificación de los Residuos Sólidos de la Construcción cantidades estimadas

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (**Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición, 2014**).

1.2.1. Externalidades.

Por lo regular los desechos de construcción se producen por edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como por el producto de la demolición de construcciones antiguas, modificaciones y rehabilitaciones.

Los impactos que radican en la industria de la construcción son:

Externalidad	Descripción
Impacto en el medio ambiente (suelo abierto).	<ul style="list-style-type: none">Contaminación de ríos, lagos, áreas verdes (preservación natural), sitios de almacenamiento temporal.
Alteraciones en el ecosistema.	<ul style="list-style-type: none">Impide el aprovechamiento de tierras fértiles, así como plantas, árboles, emisiones atmosféricas, etc.
Desviación final.	<ul style="list-style-type: none">Mal manejo del residuo en tiradero clandestino.
Separación de materiales contaminantes.	<ul style="list-style-type: none">Separación libre de materiales indeseables (basura, inorgánicos, aceites, baterías, llantas etc.).
Foco de infección por mezcla de residuos.	<ul style="list-style-type: none">La acumulación de residuo sólidos, contaminado con materia indeseable propaga infecciones o enfermedades.
Impacto visual del entorno urbano.	<ul style="list-style-type: none">Ejemplo cuando se ocupa la banqueta como lugar de almacenamiento.

Tabla 3. Impactos de la industria de la construcción.

Fuente elaboración propia con base en Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Es importante la disposición final de los residuos de construcción, debido a que los transportistas tienden a realizar un manejo indebido, haciendo uso de tiraderos en lugares clandestinos y vía pública (barrancas, terrenos baldíos con la finalidad de reducción de costos y competencia) (Cortinas de Nava, 2017).

Por lo que es relevante que se considere que en el impacto ecológico que existe en el aire o agua, asociado al mal manejo de residuos de construcción, se obtenga

un equilibrio para que el medio con el paso del tiempo pudiese recuperarse sin que tenga daños permanentes (Tchobanuglus, 1993).

En la Ciudad de México, solo existe una empresa denominada “Concretos Reciclados S.A. de C.V.” que realiza reciclaje autorizado de residuos de construcción, estos se recolectan por servicios que tienen las delegaciones, prestadores de servicio privado y sindicatos de transportistas (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2014)

1.2.2. Reciclado de Residuos sólidos de la construcción

El proceso de reciclado es el siguiente:

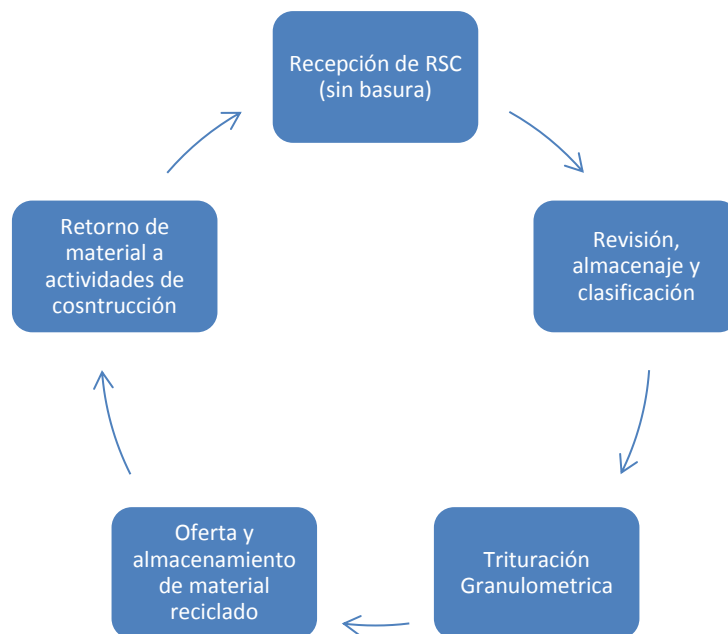


Imagen 4. Ciclo de reciclado.

Fuente: Elaboración propia con base en Concretos Reciclados (2004).

Algunos beneficios obtenidos y aplicaciones por el reciclado de residuos sólidos de la construcción se pueden observar en las obras que se han llevado en la Ciudad de México, los materiales que se ofertan en la planta recicladora de residuos sólidos, mencionada anteriormente, se han utilizado en proyectos de construcción por mencionar algunos ejemplos:

- Al cierre de la Refinería 18 de marzo ubicada en la Delegación Azcapotzalco, el Gobierno del Distrito Federal con el objetivo de recuperación de remediación y recuperación ecológica, para construir en el terreno el parque ecológico. Las instalaciones antiguas se demolieron con ayuda de la empresa concretos reciclados, que procesó y trituró; llevando la maquinaria necesaria al lugar dicho material reciclado se aprovechó en la construcción de las bases y sub-base para vialidades y estacionamientos en el interior del Parque Bicentenario (Concretos Reciclados, 2004).
- En la delegación Tlalpan y la asociación de corredores del bosque de Tlalpan, se rehabilitaron brechas del Bosque de Tlalpan, con el fin de prever seguridad y la obtención de un camino confortable para los usuarios del parque, el objetivo de Concretos Reciclados fue proveer los materiales reciclados de diferentes granulometrías para el cumplimiento del objetivo planteado (Concretos Reciclados, 2004).
- En Xochimilco, la rehabilitación del área natural protegida de los Ejidos de San Gregorio y Distrito de Riego del Ex ejido, existen alrededor de 100,000 m³ de escombros que se empezaron a acumular desde el sismo de 1985, Concretos Reciclados recicló 16,000 m³ de este escombros y el producto resultante se empleó para la rehabilitación de aproximadamente 14 Km de caminos cortafuegos y caminos acceso (Concretos Reciclados, 2004).

1.2.3. Generalidades de la generación de residuos sólidos de la construcción.

En la Ciudad de México, como se comentó anteriormente, solo se cuenta con una empresa recicladora de materiales provenientes de la construcción; de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y de las delegaciones políticas del Distrito Federal, en el año 2007 se produjeron 12,000 toneladas de residuos sólidos urbanos, de los cuales 3,000 fueron residuos de construcción; bajo este contexto, según González (2007) en la entrevista a Concretos Reciclados S.A. de C.V. Destaca que la Ciudad de México requiere entre 20 y 30 plantas recicladoras para atender el área metropolitana del Valle de México.

Por otro lado, uno de los problemas de los Residuos Sólidos de la Construcción (RSC) es la disposición final, ya que no se tiene un control integral sobre los generadores de residuos (Procuraduría y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2010). Sin embargo, los efectos directos e indirectos de esta práctica son evidenciados en forma de tiraderos clandestinos, tal es el caso de la noticia en el universal, la Delegación Coyoacán donde se ubicó en Viaducto-Tlalpan un foco de infección, producto de la acumulación de varios años; es este sitio se estimó un total de 2,000 m³ (Suarez, 2017).

En la problemática por la disposición final y el manejo de desechos se identifican como los actores principales que intervienen en el manejo de RSC a:

- **Regulador:** son las leyes, normas y reglamentos, que supervisan que se lleven a cabo las actividades en los acuerdos de dichos instrumentos mencionados.
- **Generador** de residuos: causados por edificaciones nuevas, demolición, excavación, remodelación y rehabilitaciones de construcción.
- **Prestador de servicios de transporte:** es quien realiza la actividad de cargar el RSC y transportarlo desde su origen hasta su disposición final.
- **Centro de acopio:** es el lugar previo a la de disposición final de los RSC.
- **Disposición final:** es el último destino para la ubicación del RSC.
- **Centro de reciclado:** es un lugar donde se depositan los RSC, cuyo proceso tiene por objetivo convertir los desechos en materiales que se puedan utilizar.

Según Flores Calderón, et al., (2012, págs. 155-157), aunado a que “en los últimos años la sociedad está demandando a las empresas, además de servicios eficientes, comportamientos medioambientales más positivos, derivados de la preocupación creciente del alto consumo de productos y su inadecuada eliminación”, la recuperación, planificación, gestión y reciclado de RSC es una problemática que necesita un control óptimo del desecho donde se deben tomar decisiones estratégicas y operativas.

En la Ciudad de México no se cuenta con un solo organismo que realice el servicio de retiro de RSC si no que se lleva a cabo por diferentes actores; unos bajo el esquema de servicio particular o privado y otros como sindicatos (conjuntos de transportistas con una tarea en común), esto aunado a la falta de vigilancia y carencias en la aplicación de la ley, hace que no haya un manejo propio para la disposición final.

Capítulo 2. Marco Normativo para la Generación de residuos Sólidos de la Construcción

A continuación se identifica el marco jurídico para el manejo de residuos sólidos de la construcción de la Ciudad de México, donde se tiene por objeto la identificación de las leyes, normas y reglamentos, identificando los artículos relacionados con la generación, manejo, permisos y responsabilidades de los actores involucrados; también se presenta la secuencia de permisos que se deben tramitar para un manejo legal de Residuos Sólidos de la Construcción (RSC), de la misma manera se hace mención de las sanciones que se impondrán al depositar el residuo en lugares no autorizados. Para entender más claramente este marco, se presenta el glosario siguiente (apoyado en la normatividad analizada, *vid supra* pp 19-20):

Aprovechamiento: conjunto de acciones para poder mantener los materiales en proceso de reúso, rediseño, reciclado y recuperación.

Centro de acopio: lugar de instalaciones definidas por la Secretaría del Medio Ambiente para recepción de RSC.

Disposición final: es la acción de depositar RSC de forma permanente en sitios o instalaciones.

Plan de manejo: instrumento legal cuyo objetivo principal es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos de manejo especial.

Reciclado: Transformación de residuos a través de procesos que puedan restituir el valor económico.

Residuo: material generado por proceso de extracción, beneficio y transformación cuya calidad no permite volver a usarlo nuevamente en el proceso que se generó.

Riesgo ambiental: peligro que se presenta en el ecosistema como consecuencia de la realización de actividades potencialmente riesgosas.

Es importante mencionar que en el presente capítulo se presentó el marco normativo conforme a la jerarquía de leyes de la Ciudad de México.

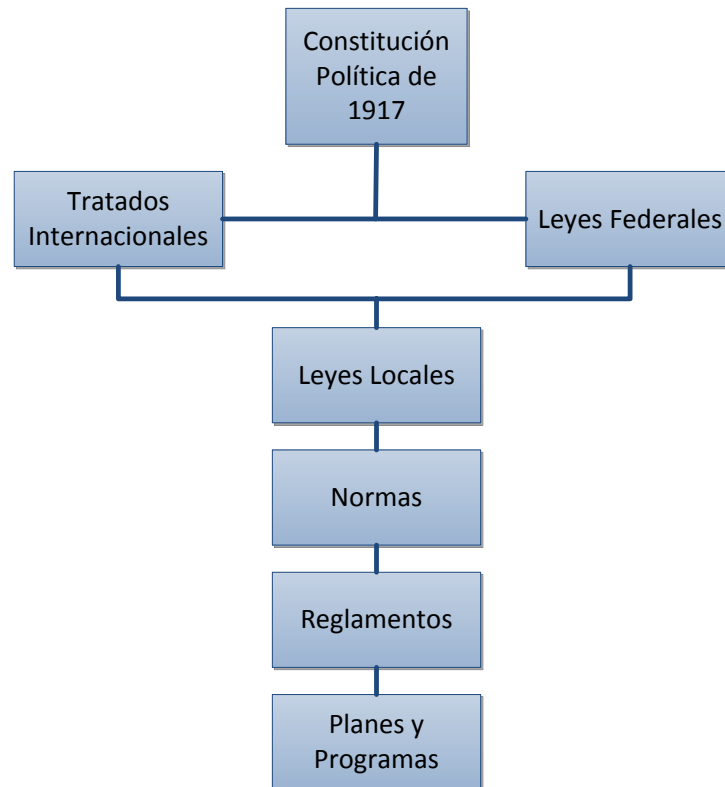


Imagen 5 Jerarquía de leyes del Estado Mexicano.

Fuente elaboración propia a partir del modelo de Hans Kelsen.

Durante el desarrollo de esta tesis, el marco normativo se hace referencia a la Ciudad de México con el nombre de Distrito Federal, ya que en el año en que se publicaron esa era la denominación oficial y se ha respetado dado que sigue siendo la normativa vigente.

Para la evaluación de la parte legal se consultaron los siguientes documentos:

- Ley Orgánica de la Administración Pública.
- Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal (LAPTF)
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF)
- NORMA-161-SEMARNAT-2011.
- PROY-NADF-007-RNAT-2013.
- Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (RLRSDF).

- Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo (RIAR).

En la consulta de los documentos anteriores, se hace referencia sobre de los principales actores en el manejo de RSC como se muestra a continuación.

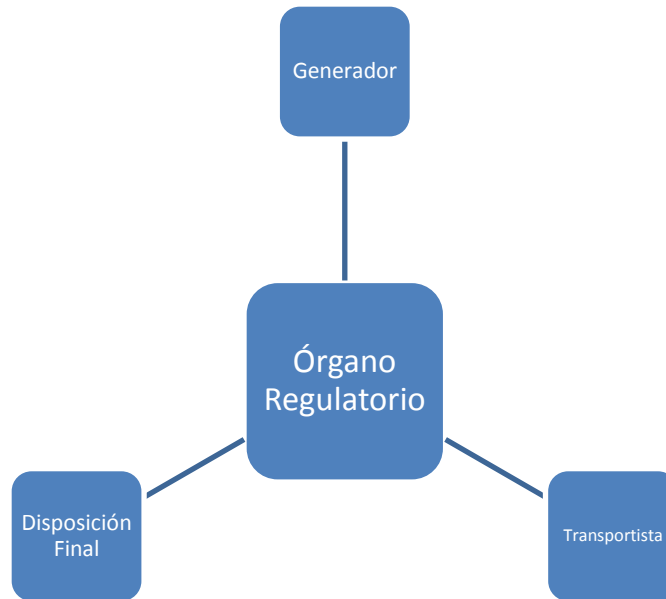


Imagen 6. “Actores” Ordenamiento de marco normativo de RSC en Ciudad de México (CDMX).

Fuente elaboración propia.

2.1. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio del año 2016, dicha ley presenta las bases de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal; conforme al tema, en el artículo 26 del capítulo II habla de la Competencia de las Secretarías del Estado y Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal, y se desprende la figura de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales; en el artículo 32 bis se presenta la responsabilidad que tiene la Secretaría se le atañe la formulación, ejecución y evaluación de la política de la Ciudad de México en materia ambiental y recurso natural y la aplicación de reglamentos establecidos así como la vigilancia y cumplimiento de la misma.

2.2. Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal.

La presente Ley es de orden público e interés social, tiene por objeto definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar las Políticas Ambientales en el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero del 2000.

Para el caso de estudio se destacan:

- Capítulo II artículo 22 fracción V;
- Capítulo V, artículo 36 fracción II;
- Capítulo VI, artículo 47 fracción II (contiene mención de los artículos 44 y 57);
- Capítulo V, artículo 164 fracciones III y IV; artículo 168, sección I; artículo 169, fracciones I, II, III, V, VI VII, VIII; artículo 173 y por último artículo 174.

En el Capítulo II, participación ciudadana Artículo 22, fracción V, se menciona que “el Jefe de Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría impulsarán el desarrollo y fortalecimiento de la cultura ambiental; a través de la realización de acciones en conjunto con la comunidad para la conservación y restauración del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de los residuos”.

Capítulo V, Normas Ambientales para el Distrito Federal, se presenta el artículo 36 donde la Secretaría, en el ámbito de su competencia emitirá normas ambientales las cuales tendrán por objeto establecer en la fracción II los requisitos, condiciones o limitaciones en la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización o disposición final de residuos sólidos.

En el Capítulo VI se encuentra la Evaluación del Impacto Ambiental, el artículo 47 señala que para obtener autorización en materia de impacto ambiental, los interesados, previamente al inicio de cualquier obra o actividad, deberán presentar ante la Secretaría, el estudio de impacto ambiental en la modalidad que corresponda, conforme a lo señalado en el artículo 44 de la presente Ley:

- Evaluación ambiental estratégica.
- Manifestación de impacto ambiental específica;
- Manifestación de impacto ambiental general;
- Informe preventivo;
- Estudio de riesgo ambiental;
- Declaración de cumplimiento ambiental.

El cual deberá contener, según la fracción II del presente artículo:

- La descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra o el desarrollo de la actividad. El programa de construcción, el tipo de actividad, volúmenes de producción previstos y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales.
- El programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad.

Por otro lado, el Artículo 57 del mismo capítulo indica que el informe preventivo contendrá en la fracción IV descripción de los materiales o productos que vayan a emplearse en la ejecución de la obra o actividad y los que en su caso vayan a obtenerse como resultado de dicha obra o actividad, incluyendo emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, tipo de residuos y procedimientos para su disposición final.

El Capítulo 5 sobre la contaminación del suelo, en su artículo 164 hace hincapié en los criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo y deberán considerarse como se muestra en la fracción III la generación, manejo, tratamiento y disposición final de residuos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen; la fracción IV habla sobre la autorización y operación de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, acopio, alojamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos.

El artículo 168 argumenta que cualquier persona que realice obras o actividades en las que se generen residuos de construcción, presentará un informe a la Secretaría sobre el destino que le dará a dicho desecho de material.

Artículo 169 de la sección I, Residuos no peligrosos, se habla que durante las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos, se prohíbe:

- I. El depósito en sitios no autorizados;
- II. El fomento o creación de basureros clandestinos;
- III. El depósito o confinamiento de residuos sólidos en suelo de conservación ecológica o áreas naturales protegidas.
- IV. La dilución o mezcla de residuos sólidos o peligrosos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado o sobre los suelos con o sin cubierta vegetal.
- V. La mezcla de residuos peligrosos con residuos sólidos;
- VI. El transporte inadecuado de residuos sólidos;
- VII. El depósito final de residuos en estado líquido o con contenidos líquidos que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas o las normas ambientales para el Distrito Federal, la mezcla de residuos no peligrosos con peligrosos, se considerará como un residuo peligroso.

En el artículo 173 se comenta sobre la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos que produzca contaminación del suelo, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, los responsables estarán obligados a lo que dispone la fracción I, esto es, llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo según sea el caso.

Artículo 174. Los residuos no peligrosos que sean usados, tratados o reciclados, en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte del generador, de acuerdo con lo que establezca la normatividad correspondiente.

2.3. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal

Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (G.O.D.F.), el 22 de abril del 2003, su última reforma fue el 28 de noviembre del 2014, la presente Ley es de orden público e interés social y define los principios con los que se formulan,

conducen y evalúan las políticas ambientales, así como efectos y procedimientos para resguardo, vigilancia y aplicación de la misma; también se hace mención de la prevención y preservación de daños al medio ambiente, contaminación del suelo urbano y en las áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas competencia del Distrito Federal.

En la presente ley se revisaron los artículos 6, 9, 26, 31, 36, 55 y 56; donde se presenta las responsabilidades de cada parte que interviene en el manejo de residuos sólidos.

En el artículo 6 se indica que corresponde a la Secretaría el ejercicio de la siguiente responsabilidad, autorizar y registrar a los establecimientos mercantiles y de servicios relacionados con la recolección, manejo, tratamiento, reutilización, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos y vigilar su funcionamiento

En el título segundo de las autoridades ambientales se presenta el artículo 9 donde se comenta que a la Secretaría le corresponde, además de las facultades que le confiere la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, las atribuciones para otorgar y revocar los permisos, licencias, autorizaciones y certificaciones establecidas en la presente Ley.

Artículo 26. Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidarios en caso de provocarse la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos sólidos, así como su mezcla con otros residuos ya sean de tipo orgánico o peligrosos.

Así mismo el frente de la construcción en demolición deberá mantenerse en completa limpieza, quedando prohibido almacenar escombros (esto es, RSC) y materiales en la vía pública; los responsables deberán transportar los escombros en vehículos adecuados que eviten su dispersión durante el transporte a los sitios oficiales.

En el artículo 31 se comenta que son residuos de manejo especial, siempre y cuando no estén considerados como peligrosos, tales como se muestra en la fracción V, los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción civil en general.

(Adicionado, G.O.D.F. 8 de septiembre de 2014) Artículo 36, se señala que quedan exentos de la disposición contenida en el Artículo 36 Bis las empresas que hayan obtenido su registro y vigencia en la Secretaría, que se dediquen a servicios relacionados con la recolección a grandes generadores y recolección de residuos de la construcción, en cuyo caso es indispensable, comprobar mensualmente, los controles inherentes a la recolección, manejo, transferencia, tratamiento y disposición final.

En el Artículo 55 del Título quinto de la valorización y composteo de los residuos sólidos, señala en el capítulo I (del reciclaje) que los productores y comercializadores cuyos productos y servicios generen residuos sólidos dispuestos de valorización de material por medio de procesos de reutilización o reciclaje, deberán realizar planes de manejo donde se establecerán las acciones para minimizar la generación de sus residuos sólidos, así como su manejo responsable y para orientar a los consumidores sobre beneficios de dicho material reciclado.

En el artículo 56 se presenta la responsabilidad de la Secretaría de Obras y Servicios, en coordinación con la Secretaría de medio ambiente y la Secretaría de Desarrollo Económico, en cumplimiento a lo señalado en el programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, crearán programas para la utilización de materiales o subproductos provenientes de los residuos sólidos con el fin de promover la reutilización.

Las sanciones se mencionan en los artículos 67 y 68; el artículo 67 se refiere a los infractores de la presente Ley y sus sanciones serán las siguientes:

- I. Por daños causados al ambiente que se produzcan por actividades de disposición final, por diferentes personas la autoridad competente castigara individualmente esta responsabilidad y sus efectos económicos.
- II. Cuando el generador o poseedor de los residuos, o prestador del servicio, los entregue a persona física o jurídica distinta a los tiraderos oficiales.

En el artículo 68 las posibles sanciones administrativas podrán ser:

- I. Amonestación, solo una llamada de atención o advertencia de lo que puede pasar si no sigue las recomendaciones de la presente ley.
- II. Multa, sanción que consiste en pagar una cantidad de dinero impuesta por corromper la ley.
- III. Arresto, detención provisional de la persona
- IV. Las demás que señalen las leyes o reglamentos.

2.4. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.

En la Norma 161 de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales se presentan los elementos para la formulación de los planes de manejo de residuos sólidos.

En formulación de planes de manejo de residuos de manejo especial, requiere de la participación en conjunto y coordinada de los actores involucrados en la cadena de valor donde se consideran los siguientes elementos importantes:

- Información general: nombre o denominación social, nombre del representante legal, domicilio para notificaciones, modalidad del plan de manejo, residuos objeto y plan.
- Diagnóstico del plan: cantidad de residuos expresado en toneladas por día o metros cúbicos día.
- Identificación de fuentes potenciales de generación: composición del residuo, manejo actual del residuo, problemática ambiental asociada, identificar modo de reciclaje.
- Formas de manejo integral propuestas para el residuo.

- Durante el plan de manejo establecer metas, alcances o aprovechamiento del residuo.
- Descripción del destino final.
- Mecanismos de operación, control y monitoreo.

2.5. PROY-NAF-007-RNAT-2013.

Proyecto de la Norma Ambiental para el Distrito Federal PROY-NAF-007-RNAT-2013 presentado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 4 de Agosto del 2014; donde se establece la clasificación y las especificaciones para residuos de la construcción y demolición.

En el proyecto de norma se señala que de acuerdo con el programa de gestión integral de residuos sólidos para el Distrito Federal del 2010, se tiene un registro de 11,722 ton/día de residuos sólidos generados. De los cuales el 59.71% (7,000 ton/día) corresponden al desecho generado por la industria de la construcción.

Los residuos de la construcción tienen potencial de reúso, por lo que la presente norma pretende minimizar la disposición final de escombros en suelo urbano y de conservación; también reconocer el aprovechamiento que se tiene de los desechos mencionados.

En la disposiciones generales, numeral 6, se debe considerar las siguientes condiciones en los volúmenes generados.

Descripción	< de 3 m ³	>3m ³	<7m ³	> de 7 m ³
Generador.				
Dar aviso a la Delegación.	✓		✓	✓
Responsiva de entrega a centros de acopio.	✓		✓	✓
El transportista debe presentar manifiesto entrega-recepción.	✓		✓	✓
Prestador de servicio.				
Manifiesto entrega recepción.	✓		✓	✓
Centro de acopio.				
Responsiva de recepción de residuos.	✓		✓	✓
Centros de reciclaje y disposición final.				
Contar con manifiesto entrega-recepción.	✓		✓	✓

Tabla 4. Categorías y requerimientos ambientales de los actores.

Fuente PROY-NAF-007-RNAT-2013

En el numeral 7 de esta norma, que lleva por nombre “clasificación de los residuos sólidos de la construcción y demolición”, se hace mención de la composición de los materiales de la construcción según el aprovechamiento potencial de materiales para su reuso, dando lugar a la siguiente clasificación resumida:

Tipo de residuo de construcción.	Posible reuso en la construcción.
Elementos prefabricados, estructurales y no estructurales, sobrantes de concreto de obra.	Bases hidráulicas en caminos y estacionamientos.
	Elaboración de prefabricados (blocks, tabiques, adocretos, guarniciones, banquetas etc.).
	Ciclopistas, trotapistas, andadores.
	Bases de relleno y sub-bases en caminos.
	Construcción de terraplenes.

Tabla 5. Residuos tipo A – Provenientes de concretos hidráulicos y morteros.

Tipo de residuo de construcción.	Posible reuso en la construcción.
Concretos hidráulicos, blocks, adoquines cerámicos, mampostería, piedra braza, agregados pétreos, prefabricados de arcilla recocida.	Sub-base en caminos y estacionamientos, andadores y trotapistas.
	Construcción de terraplenes.
	Cobertura y caminos en rellenos sanitarios.
	Construcción de pedraplenes.
	Rellenos en cimentaciones, de jardineras y de cepas.
	Guarniciones y banquetas.

Tabla 6. Residuos tipo B – mezclados.

Tipo de residuo de construcción.	Posible reuso en la construcción.
Carpeta asfáltica y bases negras	Bases asfálticas.
	Concretos hidráulicos elaborados en caliente.
	Concretos hidráulicos templados
	Concretos hidráulicos elaborados en frío.

Tabla 7. Residuos tipo C – provenientes de fresado y concreto asfáltico.

Tipo de residuo de construcción.	Posible reuso en la construcción.
Suelos no contaminados, materiales arcillosos granulares y pétreos naturales contenidos.	Se deberá disponer de manera separada para facilitar el fácil reuso y reciclaje.

Tabla 8. Residuos tipo D – residuos de excavación.

En el numeral 8.4 Recolección, transferencia y transporte de los residuos de la construcción y demolición, en el inciso i) comenta que los prestadores de servicio de arrastre de RSC, deben contar con monitoreo que transmita en tiempo real, la información y ruta del vehículo; un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), con el hecho de permitir a SEDEMA verificar rutas de origen y destino usuales del vehículo.

2.6. Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.

El Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 7 de octubre de 2008, es de orden público e interés general y tiene por esencia reglamentar la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal en materia de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y servicio de limpia. De este se desprende lo siguiente.

En el capítulo único del objetivo, el artículo 3 indica las disposiciones para un manejo de residuos sólidos, donde se tiene como objeto la prevención y reducción del residuo, valorización del producto para la reutilización y reciclaje, establecimiento de un plan de manejo desde la generación hasta la disposición final.

En el capítulo II, el artículo 5, se comenta que cada cinco años será revisado el programa de gestión integral de residuos sólidos, y podrá hacerlo la Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Obras.

En el título tercero, de la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos, en el capítulo II de los programas, artículo 12, señala que los establecimientos industriales, mercantiles y de servicios están obligados a presentar planes de manejo de residuos de acuerdo a la cantidad generada;

posteriormente en dicha sección se argumenta el proceso de validación de solicitud de planes de manejo; también le da una clasificación al manejo de residuos sólidos de la construcción como de residuo de manejo especial.

La solicitud del plan de manejo debe contener:

- Datos generales del generador
- Datos generales de las empresas a los que realizan el retiro de los residuos así como datos de nombre, destino y dirección de la empresa prestadora de servicio.
- Estrategia y calendario de matización.
- Diagnóstico de programa de actividades.
- Actores en el plan de manejo.

Capítulo III, del inventario de los residuos sólidos y sus fuentes generadoras, el artículo 26 hace mención que las empresas que realicen el acopio de residuos de manejo especial deben contener al menos para la realización de un inventario: tipo de residuo, tipo de fuente generadora, generación total, tipo de recolección, destino de los residuos, cantidad de los residuos que se utilizan o se reciclan y porcentaje de residuos tratados; todo esto con el fin de tener un estimado de inventario a través de la Secretaría de Obras y Delegaciones.

Capítulo IV, clasificación de los residuos sólidos, fracción V, se denotan los materiales provenientes de la construcción como residuo de manejo especial, materiales no pétreos como aquellos materiales generados por la demolición, mantenimiento de instalaciones y acabados en general.

Además, los residuos pétreos que estén mezclados con otros residuos (yeso, metales, cartón, papel, plástico entre otros provenientes de demoliciones instalaciones, o mantenimiento) tendrán que ser diferenciados de los residuos potenciales al reciclaje.

Título cuarto, del servicio público de limpia; capítulo I disposiciones generales, en el artículo 37 señala que se cuidara que no se mezclen distintos tipos residuos previamente separados.

El capítulo II hace hincapié del barrido y recolección de residuos, el artículo 42 aborda las normas ambientales aplicadas al transporte y depósito de residuos de construcción.

- La Secretaría de Obras determina los sitios autorizados de recepción.
- Los sitios autorizados emitirán un comprobante con sello, este mismo servirá para señalar el cumplimiento y recopilación de información.
- Los lugares autorizados solo recibirán exclusivamente residuos de construcción que no contengan residuos urbanos y residuos peligrosos.
- Personas físicas o morales que transporten más de 7m³ al día, deben realizar un pacto en los sitios autorizados, especificar la actividad que se llevará a cabo y el pago establecido por el Código Financiero del Distrito Federal.

2.7. Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo.

El presente ordenamiento general en el territorio del Distrito Federal, publicado el 26 de marzo del 2004, tiene por objeto reglamentar la Ley Ambiental del Distrito Federal en materia de Impacto Ambiental y Riesgo. La aplicación a través de las autoridades ambientales, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia.

En el Capítulo III, de la regulación de obras exentas, se tiene el artículo 18, construcción de conjuntos habitacionales, apartado J del artículo 6, no requerirán obtener autorización en materia de impacto ambiental, siempre y cuando cumplan con el siguiente listado de disposiciones:

- 1) Que el conjunto no involucre el manejo de sustancias peligrosas.
- 2) Que el conjunto incluya la construcción de salón de fiestas, alberca, establecimiento comercial, o instalaciones de servicios distintas de las necesarias para la operación de la vivienda, cuando estas obras o

instalaciones no formen parte del cuerpo de la edificación destinada para vivienda.

- 3) Que el conjunto pretenda localizarse en un predio con cobertura forestal.
- 4) Que el predio más cercano a los tanques y dispensarios de estaciones de gasolina, diésel, gas natural o gas licuado de petróleo y a instalaciones donde se manejen o se almacene.
- 5) Que dentro del predio existan ductos para el transporte de sustancias peligrosas.
- 6) Que sea necesario el cambio de uso de suelo a partir de un uso industrial, de gasolinera o taller mecánico; o que no siendo necesario el cambio de uso del suelo, se cambien o modifiquen las actividades que se realizan, o se hayan realizado previamente en el predio, a partir de los mismos usos.
- 7) Que el predio se encuentre sobre una falla geológica, zona de minas o cavernas, o a menos de 150 metros de ella.

Aquellos que no se contemplen en lo anterior, **no** requerirán obtener autorización en materia de impacto ambiental, pero deberá sujetarse invariablemente al cumplimiento de las siguientes disposiciones de protección ambiental:

Dentro del mismo capítulo III (de la regulación de obras exentas), la Fracción IV, en materia de residuos señala que:

- a) La disposición de residuos dentro del predio del proyecto únicamente podrá ser temporal; la disposición en la vía pública o cualquier otro sitio deberá contar con la autorización de la autoridad competente.
- b) La disposición final de los residuos de demolición o de construcción que no sean reciclables, deberá realizarse en depósitos debidamente autorizados, debiendo conservar en el sitio de la obra, el Plan de Manejo de Residuos Sólidos que establece la normatividad en la materia, así como los

comprobantes de ingreso de los camiones transportistas, que acrediten la cantidad de material recibida y la fecha de recepción.

- c) El manejo, transporte y aprovechamiento de estos residuos se realizará de acuerdo con las disposiciones que establecen la legislación y reglamentación correspondiente para el Distrito Federal.
- d) Si se generasen residuos catalogados como peligrosos por la normatividad federal, éstos deben manejarse, almacenarse temporalmente y disponerse conforme a lo dispuesto por la legislación federal en la materia.

Fracción V, en materia de aire:

- a) Los vehículos que se utilicen para el transporte de materiales y residuos hacia o desde el predio del proyecto, deben circular siempre con la caja o sección destinada a la carga cerrada o cubierta con lona, aún cuando circulen vacíos.
- b) Cualquier movimiento de tierra y el retiro de materiales de demolición o residuos de la construcción del predio, se deberá realizar en húmedo, utilizando para ello agua cruda o tratada. De la misma manera se procederá con los materiales de construcción, cuando sea técnicamente posible debido a la naturaleza o uso del material.
- c) Cuando se entreguen materiales a granel que generen emisiones fugitivas de partículas suspendidas totales (grava, arena, agregados, otros) la descarga dentro del predio deberá realizarse en áreas que cuenten con protección para reducir las emisiones.
- d) Los vehículos automotores y maquinaria que para su combustión utilicen diésel, deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana relativa a los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente de los escapes de ese tipo de vehículo.

Artículo 31. Las demoliciones de inmuebles en suelo urbano, que se realicen por medios mecánicos, que no involucren instalaciones industriales, talleres de la industria metal mecánica o estaciones de abastecimiento de combustibles, y no rebasen los diez mil metros cuadrados de superficie de construcción, no

requerirán obtener la autorización de impacto ambiental, pero su realización deberá sujetarse al cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- a) Los escombros, materiales o desechos producto de una demolición podrán colocarse momentáneamente en las banquetas de la vía pública, sin invadir la superficie de rodamiento, durante el horario de las 8:00 a las 18:00 horas, y siempre deben estar vallados y no obstruir por completo el paso peatonal.
- b) Los escombros, materiales o desechos producto de la demolición deben retirarse, en un plazo no mayor de treinta días hábiles contados a partir del término de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades competentes.
- c) Los camiones transportistas que trasladen los residuos de la demolición al sitio de destino final, deben circular en los horarios permitidos por la autoridad competente y por rutas debidamente programadas y controladas, procurando que sean las más convenientes a fin de evitar conflictos viales.
- d) La disposición final de los residuos de demolición que no sean reciclables, deberá realizarse en depósitos debidamente autorizados, debiendo conservar en el sitio de la obra, el Plan de Manejo de Residuos Sólidos que establece la normatividad en la materia, así como los comprobantes de ingreso de los camiones transportistas, que acrediten la cantidad de material recibida y la fecha de recepción.
- e) Los materiales susceptibles de ser reciclados, como fierro estructural, tubular, cancelería y vidrio, concreto armado, concreto limpio, tabiques, ladrillos, adcretos, materiales cerámicos, mortero, block, mampostería, materiales arcillosos o tepetatosos, y fresado de carpeta asfáltica, entre otros, deben ser puestos a disposición de empresas autorizadas en el manejo y reciclaje de estos residuos.

Artículo 42. La manifestación de impacto ambiental con estudio de riesgo ambiental deberá contener la siguiente información:

- I. Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y teléfono de quien pretenda realizar la obra o actividad para la cual se solicita autorización;

II. Datos generales de la persona física o moral responsable de elaborar la manifestación de impacto ambiental con estudio de riesgo, así como el nombre del representante legal en ambos casos;

III. Datos correspondientes al proyecto que incluyan:

- Localización, medidas y superficie del terreno requerido;
- Descripción de accesos, servicios y usos del suelo en los predios colindantes;
- Programas de preparación del sitio (demolición o nivelación), de construcción y, en su caso, de trasplante o retiro de árboles.

2.8. Resumen.

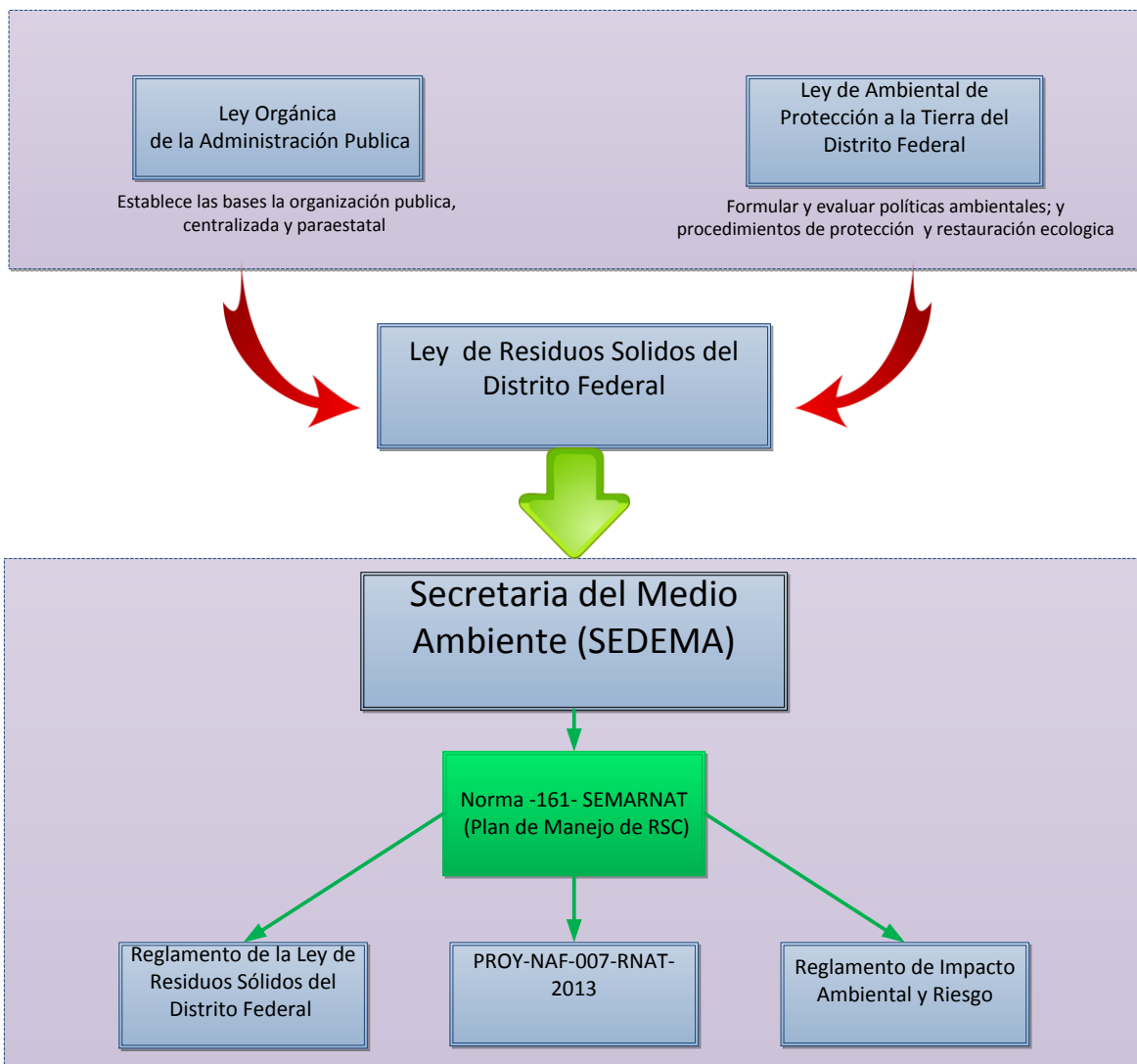


Imagen 7. Marco normativo.

Fuente: Elaboración propia

Durante la revisión del marco normativo existe una relación entre cada uno de los actores donde se estipulan los requisitos que se deben cumplir y las obligaciones.

Es importante saber que la Secretaría del Medio Ambiente es la responsable de llevar a cabo lo estipulado en cada uno de los documentos citados anteriormente, además de realizar operativos en los tiraderos clandestinos y revisar documentaciones de los sitios autorizados para la disposición de RSC.

La parte normativa es primordial en el manejo de los RSC ya que, en el momento de la generación de los residuos, la responsabilidad es compartida entre los principales involucrados, esto se debe cumplir desde la fuente productora, durante el traslado y hasta la llegada al destino final.

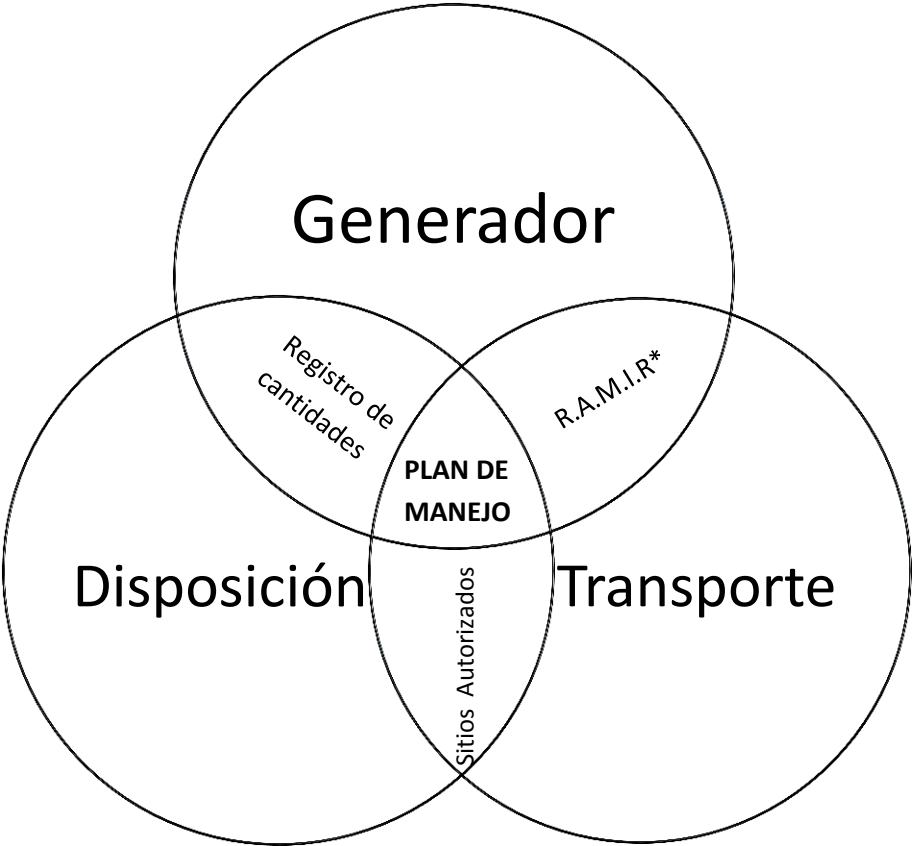


Imagen 8. Relaciones en el manejo de RSC.

Fuente: Elaboración propia.

*R.A.M.I.R. es el acrónimo de Registro y Autorización de establecimientos Mercantiles y de servicios para el manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial que operen o transiten en el Distrito Federal.

En la Imagen 8, están representados los vínculos del manejo de los RSC, la unión de cada entidad simboliza la responsabilidad entre ambas partes; de esta manera se comienza a tener un entendimiento del manejo integral y del papel de cada una de las partes que conforman el sistema de RSC; en las uniones, la responsabilidad antes mencionada se muestra el instrumentos legal representativo, para el manejo deseable y legalmente permitido.

2.9. Lineamientos de operación para el otorgamiento de subsidios de la SEMARNAT, a través del Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Este programa aborda los lineamientos para el otorgamiento de apoyos de SEMARNAT a través del programa para la prevención y gestión integral de residuos.

De manera generalizada, se comenta que el manejo de los residuos sólidos requiere inversión para mejorar el manejo, las deficiencias, falta de infraestructura y el servicio de transporte de limpia o retiro.

En el objetivo principal se habla del fomento de la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (RSU) y (ME) entre ellos RSC, desarrollo de infraestructura, transporte, disposición final y aprovechamiento de material, a través del apoyo económico del programa para la prevención y gestión integral de residuos; con este esquema se otorga el apoyo a proyectos destinados a la creación de instalaciones, así como la cobertura de los servicios de limpia o recolección, la separación y revalorización de materiales.

Los proyectos susceptibles de apoyo:

- Estudios y programas: elaboración para la prevención y manejo de RSU y ME; resolución de problemas por manejo inadecuado de RS, mejorar el manejo local, fomento al aprovechamiento de materiales reintegro a cadenas productivas.
- Obras: construcción o ampliación de rellenos sanitarios, rehabilitación de tiraderos a cielo abierto, construcción y modernización de plantas de selección, construcción de estaciones de transferencia.
- Equipo y maquinaria: adquisición de vehículos de recolección, contenedores en vía pública, adquisición de maquinaria para la valorización de residuos.

Capítulo 3. Problemática y actores

3.1. Problemática

La urbanización aumenta en función del crecimiento natural de la población, dichos fenómenos hacen que cambie la configuración de los espacios urbanos, las obras de urbanización realizadas durante el proceso de cambio son parte de las demandas de la sociedad; las modificaciones durante el proceso de urbanización van de la mano con la generación de desechos tanto urbanos como de la construcción (Procuraduría y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2010).

En el presente capítulo, se presentará la problemática de gestión de RSC, como se comentó en el capítulo 1, los RSC son desechos que se generan durante las actividades tales como construcción, remodelación y excavación; integrados por diversos materiales que en la mayoría tienen en su composición cemento, gravas, arenas, tierra y materiales pétreos, mismos que son potencialmente reciclables en su mayoría.

Los diversos desechos obtenidos no son aprovechados pese a que existen opciones de manejo como el reciclaje y el acomodo en obras de construcción.

La norma ambiental NADF-007 R-NAT-2013 presenta la información del Programa Integral de Gestión de Residuos Sólidos (PIGRS) publicado en la Gaceta Oficial de la federación el día 13 de septiembre del 2010; en esta se reconoce que la generación de residuos sólidos urbanos es de 11,722 ton/día; de los cuales 7,000 ton/día corresponden a los residuos de construcción (esto es, el 59.71% de la generación total de la Ciudad de México) (Procuraduría y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2010).

Por su parte, la planta Concretos Reciclados asegura que de la cantidad reportada solo llega el 10% a recepción para proceso de reciclado; en el mejor de los casos, el porcentaje restante de RSC son depositados en rellenos sanitarios o en tiraderos clandestinos.

3.1.1. Tiraderos Clandestinos.

Los tiraderos clandestinos tienen un papel importante en la gestión y manejo de los RSC, ya que afectan la imagen urbana y al medio ambiente; la Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT), realiza investigaciones en materia de RSC donde caracteriza a los tiraderos clandestinos

en dos tipos de acuerdo a la superficie afectada, volumen y grado de reparación de daños.

- Tiradero clandestino tipo 1, ubicado en suelo de conservación y barrancas, con altos volúmenes de RSC y con nivel alto de impacto ambiental.
- Tiradero clandestino tipo 2, en suelo urbano y predios, poco volumen de cascajo y bajo nivel de impacto ambiental.

La PAOT (2010) tiene identificados 168 casos de tiros clandestinos, de los cuales el 43% se encuentra en suelo de conservación, mientras que el 57% restante se encuentra en área urbana.

A este respecto se identificaron 36 casos de tiraderos clandestinos, distribuidos en nueve delegaciones de la CDMX, generando un área de afectación de aproximadamente de 1,349,357.7 m². Uno de los casos que resalta es la Delegación Tláhuac, con la mayor superficie de afectación, con un total de 982,583.2 m² y un volumen aproximado de 480,439.28 m³ de RSC; además de tener 31 casos registrados por lo que se ubica como la delegación más afectada de la CDMX (Procuraduría y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2010).

Dichas afectaciones por los RSC pueden provocar afectaciones al aire, agua, suelo, flora, fauna, ecosistemas y sistemas de drenaje o desagüe.

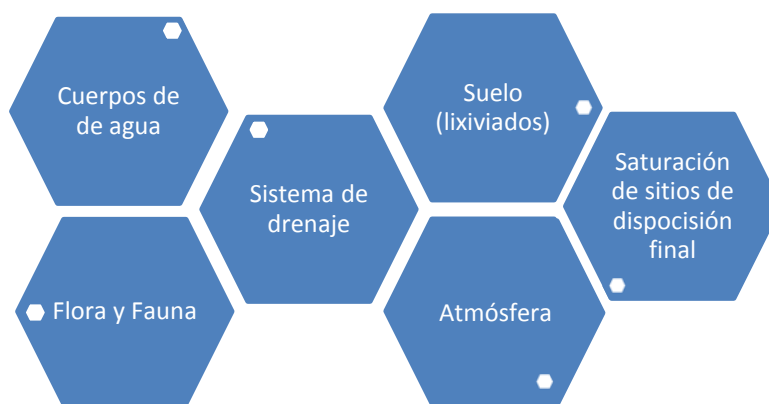


Imagen 9. Impactos ambientales y urbanos RSC,

Fuente: PAOT.

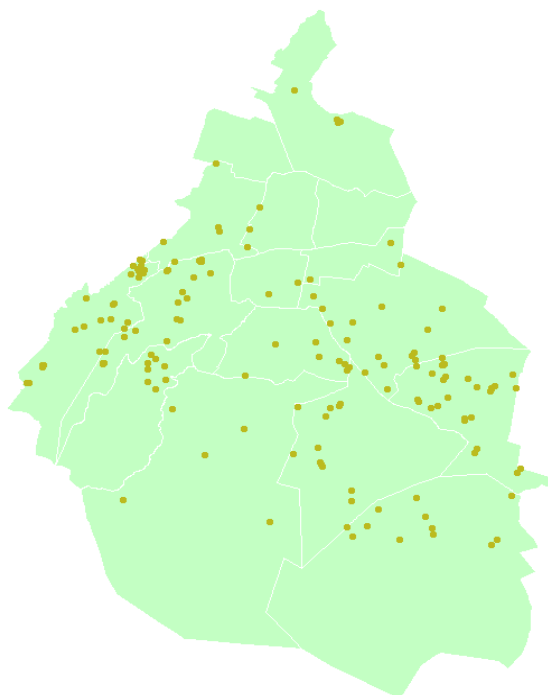


Imagen 10. Ubicación tiraderos clandestinos.

Fuente: PAOT.

Delegación	Suelo en conservación	Suelo Urbano	Total
Álvaro Obregón	8	17	25
Benito Juárez	0	2	2
Coyoacán	1	5	6
Cuajimalpa de Morelos	13	17	30
Cuauhtémoc	0	1	1
Gustavo A. Madero	4	1	5
Iztacalco	0	2	2
Iztapalapa	1	15	16
Magdalena Contreras	3	5	8
Miguel Hidalgo	0	6	6
Milpa Alta	12	0	12
Tláhuac	30	1	31
Tlalpan	6	2	9
Xochimilco	11	1	15
Total	89	75	168

Tabla 9. Total de tiraderos Clandestino en la CDMX.

Fuente: PAOT.

De acuerdo con Martínez Daniel (2013) se estima que de 1 m³ de volumen de obra, se genera 0.068 m³ de RSC; así mismo, por cada 1m² de construcción se generan 0.3 m³ de residuos.

Según cifras de la PAOT, la composición estimada de los RSC para la demolición de una vivienda es la siguiente:

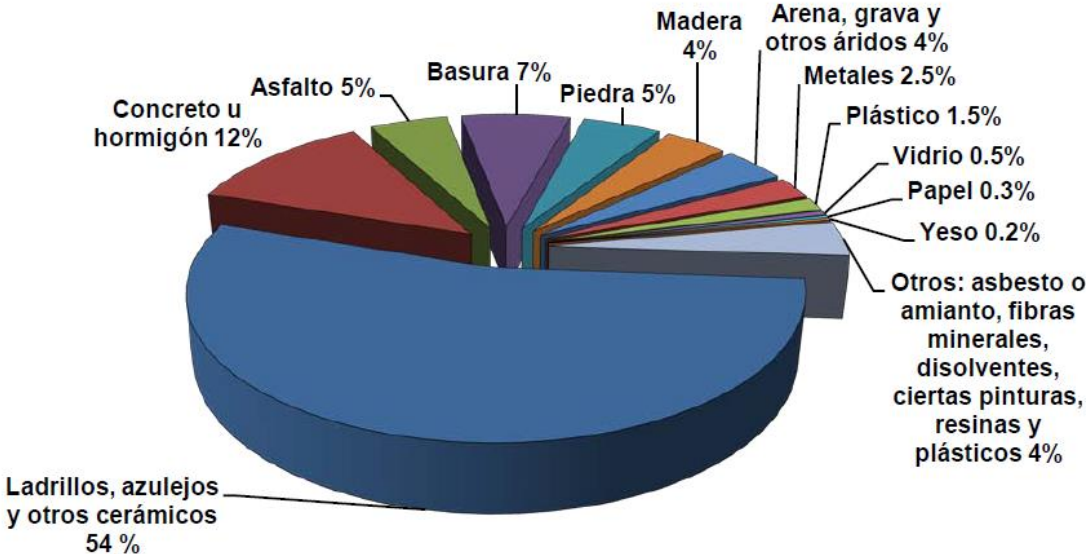


Imagen 11. Porcentaje de RSC

Fuente: PAOT.

3.1.2. Operación de Transporte de Carga de RSC.

Durante el desarrollo de la cadena de valor de RSC, el transporte juega un papel importante en el desarrollo de traslado del lugar de la fuente generadora de residuo hasta un sitio de recepción o depósito final; en este contexto, el acarreo o flete es la cantidad que debe pagar el generador de RSC para realizar el traslado.

Los tipos de transportistas que realizan la actividad de limpieza y transporte de RSC, están constituidos por sindicatos, flotillas de transportistas, asociaciones, negocios de materiales para construcción y servicio públicos a cargo de las delegaciones.

Los vehículos utilizados para el acarreo son camiones equipados con caja de volteo, tales como se muestra en la Tabla 10:


No	Descripción	Capacidad (Ton)	Capacidad (m ³)	Numero de Ejes	Vehículo
1	Camioneta tipo volteo	3 ½	3	2	
2	Camión tipo rabón volteo	8	7	2	
3	Camión tipo torton volteo	18	14	3	
4	Camión tipo tráiler volteo	28	30	5	

Tabla 10. Descripción de transporte de carga de RSC.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción del proceso de acarreo de RSC

- i. Carga. Este se realiza mediante recursos humanos(RRHH), en los casos de los vehículos 1 y 2; para los vehículos 3 y 4 suelen ser utilizados otros vehículos auxiliares, tales como maquinaria pesada de tipo minicargador frontal, retroexcavadora, payloader (cargador frontal) y excavadoras.
- ii. Transporte. Posteriormente a la carga el vehículo, se dirige hacia el tiradero, durante el recorrido el vehículo debe acatar las normas y reglamentos descritos en el capítulo 2, además de acatar el reglamento de tránsito.
 - a) Relleno: Es cuando los RSC se deposita en un confinamiento autorizado para estos fines por tiempo indeterminado; es importante resaltar que en la mayoría de estos sitios se recibe el residuo revuelto con otros tipos de materiales, tales como: cartón, madera, plásticos, ramas, llantas, metales, etc. Ya en el lugar existen personas que realizan algún tipo de selección para su beneficio o aprovechamiento.
 - b) Reciclado. En este caso se debe tener una separación de materiales factibles de reciclar, preferentemente aquellos provenientes de

demoliciones, excavación y desechos de edificaciones nuevas sin basura (Concretos Reciclados, 2004).

- c) Transferencia. Existe un caso especial de recepción de RSC, donde solo funciona como transferencia de residuo, es decir reciben el desecho y posteriormente transfieren la carga del residuo a vehículos de mayor capacidad, para transportarlo hasta un relleno; por tanto, el residuo se recibe revuelto como en el caso del relleno.

3.2. Registro de Generación de RSC en la Ciudad de México

Según cifras publicadas en el Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal del 2012 (Secretaría del Medio Ambiente, 2012), la planta recicladora de materiales de construcción (Concretos Reciclado S.A. de C.V.) durante el periodo 2005-2012 registró el ingreso de aproximadamente **1, 407,430** toneladas de RSC. Por otro lado, en el inventario se reconocen tres grandes generadores de RSC, que de acuerdo a los planes de manejo registrados presentaron las siguientes cifras de generación de residuos.

Tipo de RS	Residuos de Manejo Especial 2012								
Generador	Comercio			Industria			Servicios		
Tipo	Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento	
	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)
Construcción	0.193	0	0	34.3	21.874	64	2.514	0	0
*Total generado	419.325	0	-	555.13	0.039	-	428.814	0	-

Tabla 11. Inventario 2012 Residuos de Manejo Especial.

*Total generado en la CDMX de Residuos Sólidos Urbanos.

La Tabla 11 muestra las cantidades generadas por cada sector, así mismo el aprovechamiento, que para el 2012 fue casi nulo ya que solo se presenta en el sector industrial un aprovechamiento de 0.0394 ton/día.

Inventario 2012		
Total generación de sectores	37.01	(Ton/Día)
Total generado RSU	1403	(Ton/Día)
% Generado	2.64%	RSC

Tabla 12. Porcentaje generado (2012) CDMX.

En la tabla se muestra el total de RSU y el total de RSC, de los sectores generadores, donde se calculó el porcentaje de 3% con respecto al total de RSC generados en la CDMX en toneladas diarias.

Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX (2014).

Para el 2014, el correspondiente Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX (Secretaría del Medio Ambiente, 2014), indica que la Ciudad de México cuenta con una planta de reciclado portátil, para el tratamiento de RSC; donde se tiene el registro de 21,653 toneladas/año.

Tipo de RS	Residuos de Manejo Especial 2014								
Generador	Comercio			Industria			Servicios		
Tipo	Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento	
	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)
Construcción	0.1	0	0	39	0.04	0.1	4.46	0.08	1.79
*Total generado	199.81	0	2.6	553.43	0	-	954.29	0	-

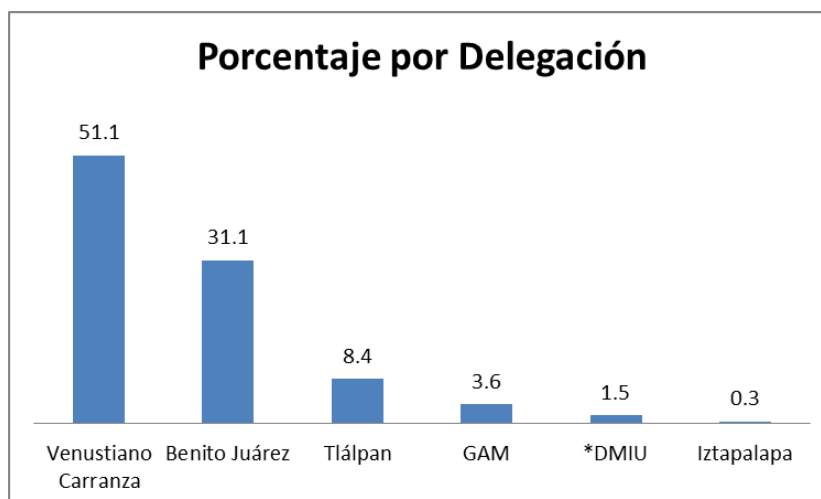
Tabla 13. Inventario 2014 Residuos de Manejo Especial.

Fuente: Inventario 2014.

Inventario 2014		
Total generado de sectores	43	(Ton/Día)
Total generado RSU	1707.53	(Ton/Día)
% Generado	2.55%	RSC

Tabla 14. Porcentaje generado (2014) CDMX.

En el Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX del 2015 (Secretaría del Medio Ambiente, 2015) se comenta que la composición de RSC están compuestos por un 70% de materiales inertes de origen mineral, dichos materiales tienen las condiciones necesarias para el proceso de reciclado. Además, se destacan las Delegaciones Venustiano Carranza y Benito Juárez, como las demarcaciones con el mayor volumen de RSC.



Grafica 1. Porcentaje de RSC por delegación.

Fuente: Dirección de Mantenimiento e Infraestructura Urbana, 2015

Durante el 2015 la Secretaría reportó que se tiene el registro de recepción y procesamiento de 33 toneladas diarias de RSC.

De acuerdo a los planes de manejo reportados en el 2015 el 99.41% corresponde a RSC, el 0.59% a material Ferroso y 0.43% a otros materiales.

Tipo de RS	Residuos de Manejo Especial 2015								
Generador	Comercio			Industria			Servicios		
Tipo	Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento		Generación	Aprovechamiento	
	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)	(Ton/Día)	(Ton/Día)	(%)
Construcción	0.08	0	0	75.65	1.16	1.53	3.42	0	0
*Total generado	174.53	-	-	1,265.87	-	-	461.78	-	-

Tabla 15. Inventario 2015 Residuos de Manejo Especial.

Fuente: Inventario 2015.

Inventario 2015		
Total generado de sectores	79.15	(Ton/Día)
Total generado RSU	1,902.18	(Ton/Día)
% Generado	4.16%	RSC

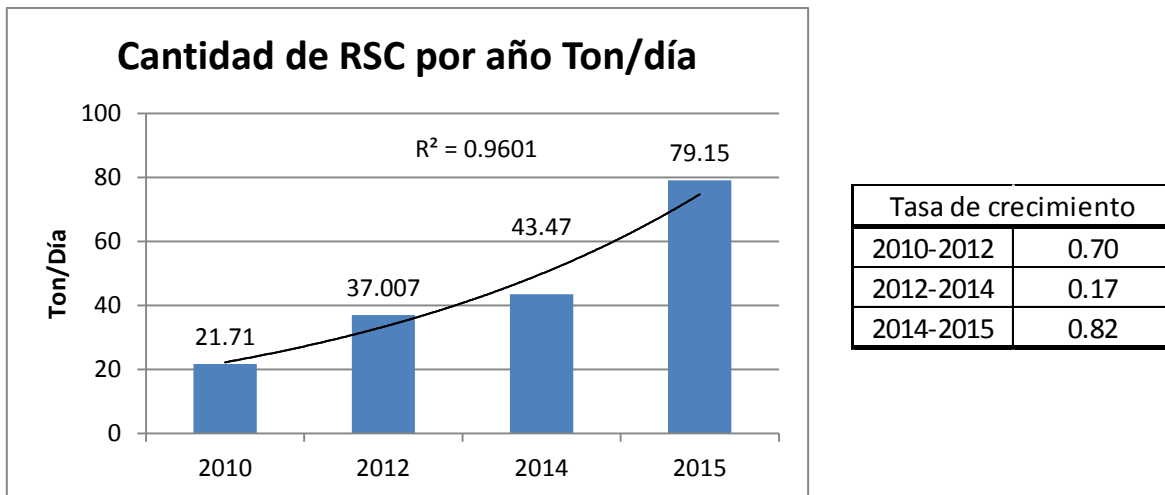
Tabla 16. Porcentaje generado (2015) CDMX.

De acuerdo a la información de los inventarios antes mencionados, en la Ciudad de México, el volumen de RSC y su porcentaje con respecto a los RSU ha presentado el siguiente comportamiento:

Años de Registro	%	Ton/día
2010	1.75*	21.71
2012	2.64	37.00
2014	2.55	43.47
2015	4.16	79.15

*Programa de Gestión de Residuos Sólidos (2010), fuente Instituto de Ciencia y Tecnología 2009.

Tabla 17. Registro generación de RSC, elaboración propia con base en los inventarios CDMX.



Grafica 2. Cantidad de RSC

Como se muestra en la gráfica 2, la cantidad generada en la CDMX de RSC está creciendo de manera exponencial.

En el caso de los RSC se reconocen tres sectores durante el manejo, los cuales son: “Producción, distribución y transporte”, (ver imagen 9).

- La producción engloba las partes que son potencialmente generadoras de RSC, principalmente actividades de construcción.

- La distribución y transporte, en este caso se muestra cómo se reparte el flujo de RSC en los servicios de transporte.
- Disposición Final, son los lugares donde se depositan los residuos permanentemente; en la Imagen 12, se muestran los lugares ofertados para RSC.

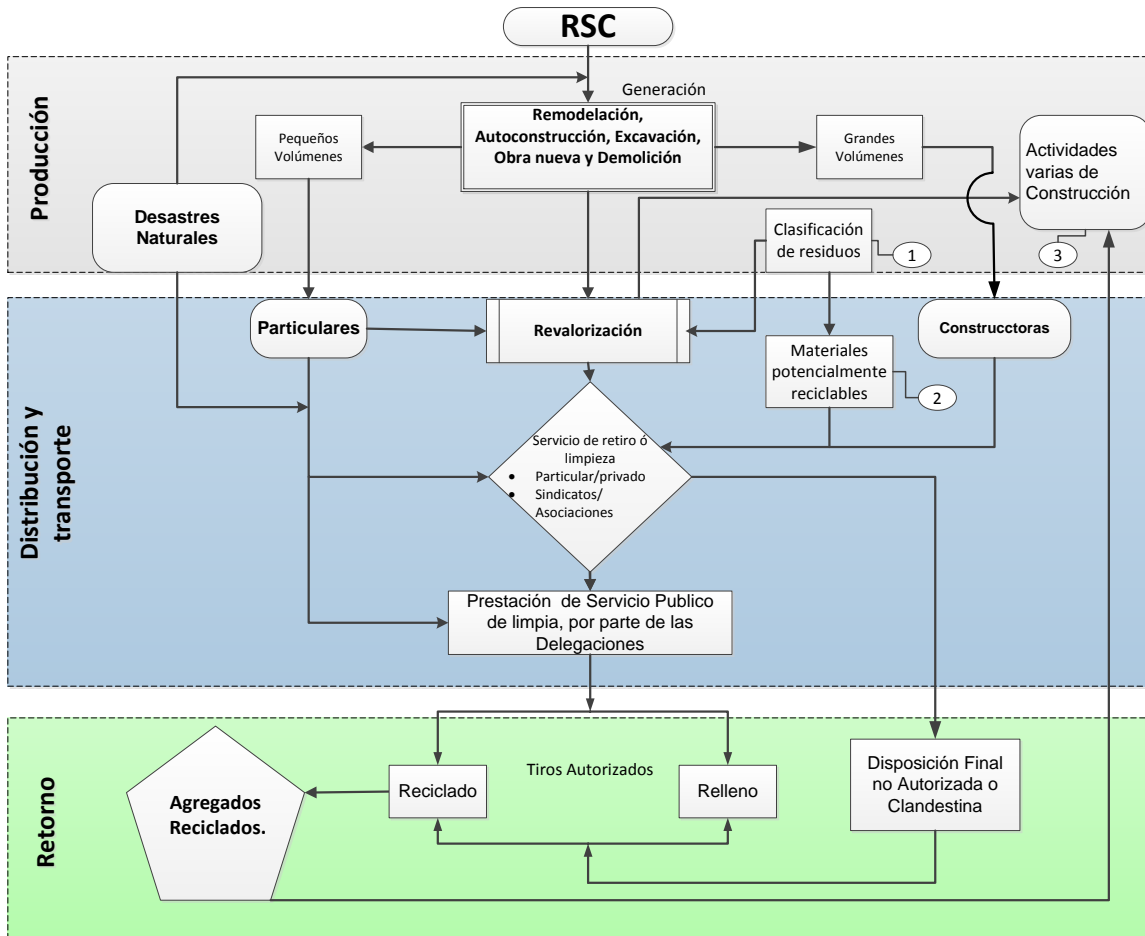


Imagen 12. Generación y disposición de RSC

Fuente: modificado a partir de Cruz Rivera & Ertel (2009).

1. Asfaltos, papel, tepetates, concretos (simple y armado), cartón, prefabricados, cerámicos, mampostería, plásticos, madera, metales, tierra, vidrio y piedra brasa.
2. Asfaltos (fresado de carpeta), prefabricados, cerámicos, concretos (simple y armado) y mamposterías.
3. Relleno de cimientos, nivelación de terrenos y rampas, bases para pisos etc.

Es importante mencionar que la revalorización se define como el proceso de recuperación de RSC, sin pasar por un proceso de transformación y que pueden ser utilizados de nueva cuenta en actividades de construcción.

3.3. Análisis de la cadena de valor de RSC

Considerando los participantes, procesos y disposiciones normativas, la cadena de valor de los RSC está integrada del siguiente modo:

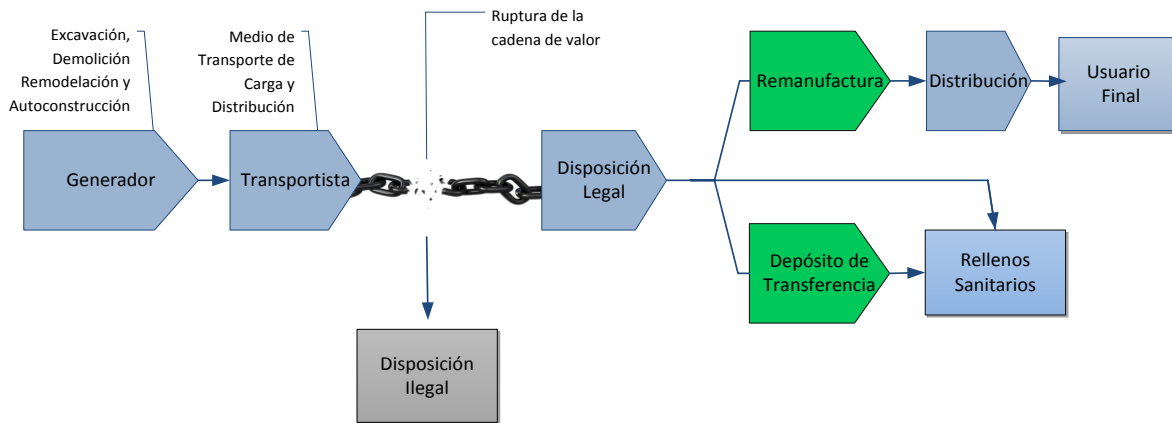


Imagen 13. Cadena de valor RSC.

Fuente: elaboración propia a partir de (Christopher, 1999).

Es importante destacar que en la cadena se presenta una ruptura entre el transportista y la disposición legal, ya que el transportista tiene la decisión de elegir el lugar dónde llevará el RSC. Considerando la proliferación de tiraderos clandestinos y los volúmenes asociados a su operación se observa que el vínculo entre el transportista y la disposición legal del RSC nutre esta disposición ilegal; este comportamiento se puede explicar en términos económicos, ya que los costos asociados por realizar el traslado de los RSC a un sitio de reciclado implica un proceso previo de separación y un costo adicional por su recepción, mientras que el traslado a un relleno legal en general conlleva una mayor distancia de recorrido (por su ubicación actual, ya que solo existen dos sitios dentro del territorio de la Ciudad de México), en ambos casos esto significa un mayor costo de operación o un margen de ganancia reducido.

De ahí que la decisión que tome el transportista puede ser depositar los escombros indebidamente en los tiraderos clandestinos, a un bajo costo por recepción y bajo costo de acarreo (flete).

A excepción de los residuos sujetos a revalorización, los RSC son desperdicios que no contienen valor como tal para el generador, por el contrario, le implican un gasto adicional, por el uso de los servicios del transportista para su posterior disposición.

Independientemente del cumplimiento de las normas, de la vigilancia y operativos, la práctica convencional del transportista es reducir costos al máximo ya que de ello se desprende una utilidad mayor por su servicio de limpia de RSC y si se consideran los procesos adicionales que implica la revaloración o el reciclaje en Imagen 13 términos de costos para el acarreo, estos se contraponen a los objetivos del transportista.

En la Imagen 14 se muestra los generadores potenciales de residuo, además, de esquematizar una parte de la cadena de logística inversa y su retorno hacia el reúso en actividades de construcción, resaltando el reciclaje en algunos casos hasta llegar de nueva cuenta al cliente.

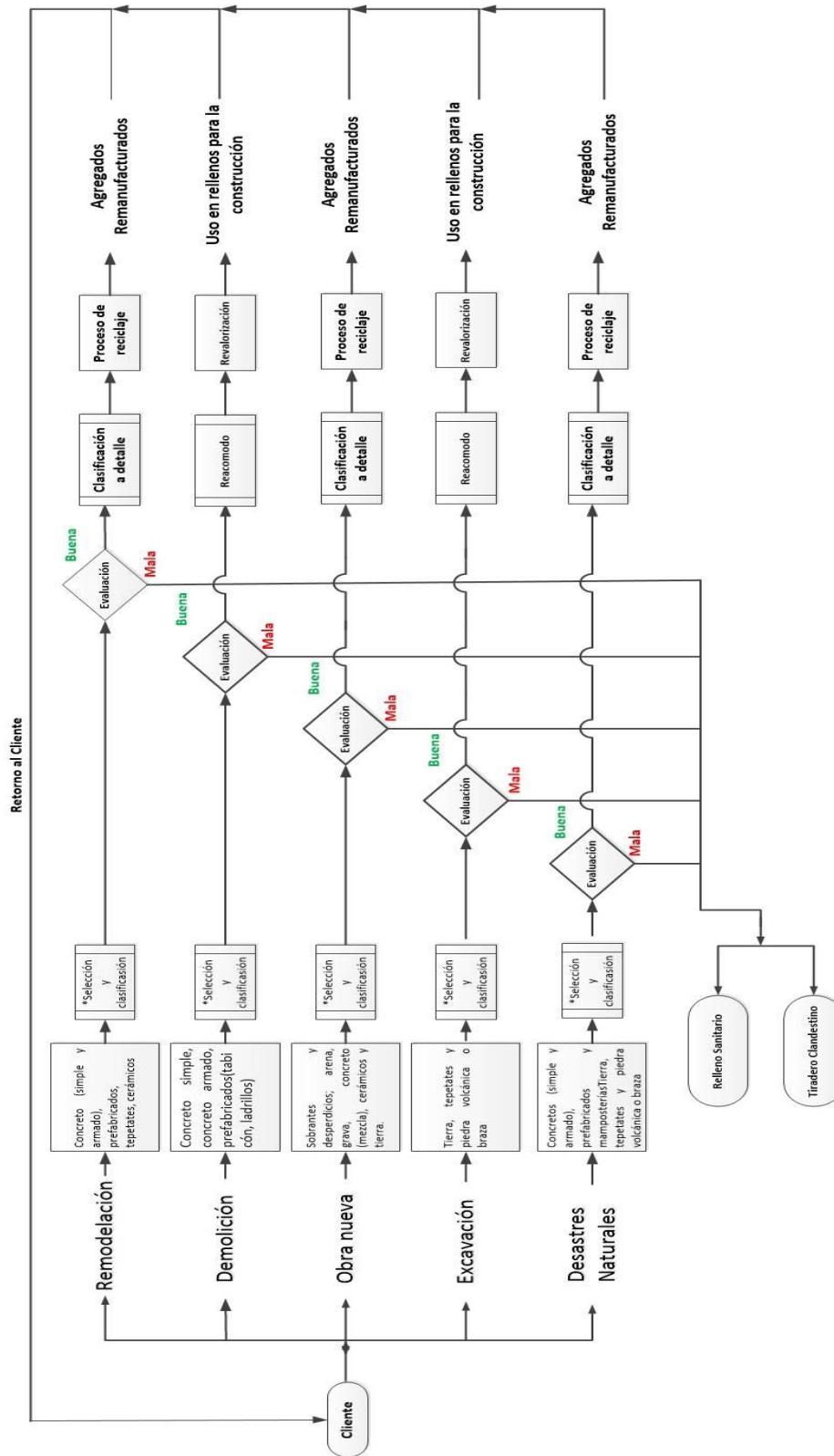


Imagen 14. Objetivos del transportista.

Fuente: elaboración propia a partir de Gupta (2013)

Finalmente, como se pudo observar en la Imagen 8, el registro de cantidades, el plan de manejo y el R.A.M.I.R. son los instrumentos legales con los cuales se aprueba la ejecución de obras en la Ciudad de México; mientras que los sitios autorizados están definidos por Secretaria del Medio Ambiente (SEDEMA). La vigilancia en este contexto se realiza en las siguientes etapas y autoridades; las inspecciones se realizan por demandas ciudadanas, Investigaciones y emisión de dictámenes con base en PAOT (2010); Durante el arrastre de RSC el vehículo, debe de acatar las disposiciones de seguridad pública y tiene por obligación castigar en el caso de depositar los residuos en vía pública, pero no está dentro sus capacidades revisión de planes de manejo, R.A.M.I.R. y registro de los mismos. En cuanto a materia transito solo se debe de apegar al reglamento de tránsito de la CDMX como cualquier vehículo que transita sobre territorio mexicano. En cuanto a la vigilancia durante el proceso de arrastre no se tiene un claro control de quien podría revisar dichos documentos y registros para el manejo de RSC.

No existe un claro seguimiento desde la generación hasta la disposición de los RSC, incluso su vigilancia se realiza de forma segregada; pero si bien es claro que tanto el generador, el transportista y la disposición asumen un rol importante en el adecuado manejo de RSC, el eslabón más débil de esta cadena se encuentra entre el transportista y la disposición.

Capítulo 4 Modelo Económico y Análisis de Escenarios

4.1. Modelo económico de costos en flete de RSC.

El transporte es un eslabón importante de la cadena extendida de valor de RSC, ya que tiene la responsabilidad de depositar los residuos en sitios autorizados (su importancia se observa en la mitigación del impacto ambiental de la industria de la construcción). En este contexto, la logística urbana está ligada a la complejidad de la movilidad las ciudades y, a su vez, el uso de la infraestructura y la circulación vehicular general se ve afectada por el transporte de residuos. De ahí que los costos del prestador de servicios de transporte sean altamente sensibles a las condiciones de operación.

El transporte de carga de RSC opera de manera fragmentada, por un lado porque existe una gran cantidad de competidores (tanto en el rol de generador como en el de transportista), lo que ha llevado a una fuerte competencia en costos (tarifas), y por el otro lado porque el marco normativo no hace vinculante la relación entre los participantes de la cadena de suministro inversa de los RSC (cada participante busca su propio beneficio comercial o profesional, más que la mitigación de las externalidades de la cadena).

En cuanto a su comportamiento (motivación para brindar el servicio de arrastre), el transportista trata de obtener un mayor beneficio por el trabajo realizado; en general, la economía del sector transporte de RSC tiene desconocimiento o falta de experiencia en cuanto al cobro de sus servicios, que aunado a la gran cantidad de competidores conduce a una competencia intensa y basada en costos; esto se ha traducido en algunas prácticas de competencia desleal entre los transportistas para tener una mayor participación en el mercado, como el *dumping* (práctica comercial de la venta de un producto o servicio por debajo del precio normal o incluso por debajo de los costos de producción).

Aunado a lo anterior, las malas prácticas apuntan a que se requieren de lugares de disposición ilegal, ya que estos se caracterizan porque el pago por recepción es hasta un 50% menor que en un tiradero legal y en ocasiones hasta gratis. Así, considerando el volumen de RSC generados (véase la Tabla 17), la gran cantidad

de competidores en los servicios de transporte y las prácticas desleales, se entiende la proliferación de tiraderos clandestinos.

Por lo anterior, se tiene la motivación para analizar la operación de transporte de RSC, en particular considerando la variable de la distancia recorrida para el servicio de arrastre de los residuos, para que de esta forma los interesados no sólo encuentren económicamente atractivo a la disposición de los residuos para su reciclado, sino que se impulse el cumplimiento de la ley y se reduzca la participación de los tiraderos clandestinos.

4.2. Planteamiento de variables

La función de costo por arrastre de RSC del transporte, comienza a partir del valor monetario del consumo de recursos, es decir debería estar determinado por aquellos costos de proveer el servicio correspondiente (de Rus, Campos, & Nombela, 2003).

El análisis plantea parte de una definición del costo total de transporte como la suma de todos los recursos que se utilizan durante el proceso de transportar RSC.

$$Costos = \sum Recursos$$

Ecuación 1.

Según de Rus, Campos, & Nombela (2003), el precio generalizado que el usuario debe pagar está dado por:

$$g = p + vt + \theta$$

Ecuación 2.

Esta ecuación toma en cuenta tres elementos esenciales que los usuarios han de pagar: (p) costo monetario, valor del tiempo invertido (vt) y otros elementos de desutilidad asociados al arrastre (θ).

Otra forma de esta expresión es aquella en la que el pago por el servicio de transporte está integrado por la suma de costos fijos y costos variables.

Costos fijos (CF), son costos que no se modifican y se mantienen constantes en el tiempo.

Costos variables (CV), son costos que pueden cambiar o restringirse según el uso del transporte, es decir se puede restringir el uso de recurso humano (si la demanda de trabajo es baja), o bien, el consumo de combustible debido a las características de los vehículos es variable, ya que está en función de la distancia de los recorridos, de la eficiencia del motor y maniobras especiales requeridas por la operación.

Considérese la siguiente ecuación

$$\text{Costo total (CT)} = CF + C$$

Ecuación 3.

4.2.1. Costos Fijos

El catálogo de costos horarios de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) (2013), muestran los costos en función de datos obtenidos de las especificaciones de los fabricantes, sus propias estadísticas y criterios, y experiencias para calcular costos; y sustentado en la Normatividad Federal Relacionada con la Integración de Precios Unitarios, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.

En este catálogo, los Costos Fijos (CF) están definidos por la depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

Depreciación: resultado de la disminución del valor original del vehículo, se define por:

$$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$$

Ecuación 4.

Dónde:

D = Representa el costo horario por depreciación del transporte.

V_m = Representa el valor de la máquina o equipo considerado como nuevo (CM) restando el precio de las llantas (PN).

$$VM = CM - P$$

Ecuación 5.

V_r = Valor de rescate del transporte, lo que el contratista considera recuperar por su venta al término de su vida económica, porcentaje de recuperación (r) 10%.

$$Vr = Vm * r$$

Ecuación 6.

V_e = Representa la vida económica del transporte, expresada en horas efectivas de trabajo (estimación del contratista), es decir, el tiempo en condiciones de trabajo.

$$Ve = V * He$$

Ecuación 7.

A su vez, (V) se define como el tiempo (6 horas efectivas) que puede trabajar el vehículo sin parar y sin descomponerse.

He_a = es el número de horas efectivas durante el año (1500 hr).

Inversión: el costo por inversión es el costo equivalente a los intereses del capital invertido en el transporte, durante el tiempo de vida económica.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Im = \frac{(Vm + Vr)i}{2Hea}$$

Ecuación 8.

Dónde:

I_m = se define como el costo horario de la inversión (transporte) considerado como nuevo.

i = Tasa de interés anual expresada en fracción decimal (para el presente análisis se consideró del 16%).

La tasa de interés se considera al juicio del contratista, referido a un indicador económico y sujeto a variaciones, considerando los puntos que requiera a una institución crediticia como algún sobre costo por el crédito.

Seguros: los costos por seguros cubren los riesgos a los que está sujeto el transporte, dicho costo forma parte del costo horario.

Se calcula de la siguiente manera:

$$S_m = \frac{(V_m + V_r)s}{2Hea}$$

Ecuación 9.

S_m = Costo horario de seguros de Transporte

s = Prima anual promedio de seguros, porcentaje del valor de la máquina o equipo, expresada en decimales, de acuerdo a la CMIC (2013) se toma el 3% debido a la dinámica del transportista y el riesgo que presente para la aseguradora.

Mantenimiento: el costo por mantenimiento se define como los gastos necesarios para conservar el transporte en estado óptimo.

Se obtiene de la siguiente manera:

$$M_n = K_o * D$$

Ecuación 10.

Dónde:

Mn = Costo horario por mantenimiento mayor y menor

Ko = Coeficiente que considera el mantenimiento tanto mayor y menor, de acuerdo a la CMIC este es del 75%.

D = Depreciación (descrita anteriormente)

4.2.2. Costos Variables

Por otro lado, en el catálogo antes referido (Camara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013), los Costos Variables están definidos por los recursos y el recurso humano.

Recursos: son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y, en su caso, lubricantes y llantas.

En lo que se refiere al **consumo de combustibles**, este se calcula como:

$$Co = Gh * Pc$$

Ecuación 11.

Dónde:

Co: es el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.

Gh: es la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la máquina o equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.

Pc: es el precio del combustible puesto en la máquina o equipo.

Por otro lado, el **costo por lubricantes**, es el derivado por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores y se determina como:

$$Lb = (Ah + Ga)Pa$$

Ecuación 12.

Dónde:

Lb: es el costo horario por consumo de lubricantes.

Ah: es la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación.

Ga: es el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

Pa: es el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

Finalmente, el **costo por llantas**, es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante la operación de la maquinaria y se obtiene con la siguiente expresión:

$$N = \frac{Pm}{Vn}$$

Ecuación 13.

Dónde:

N: Representa el costo horario por el consumo de las llantas de la máquina o equipo, como consecuencia de su uso.

Pn: Representa el valor de las llantas, consideradas como nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Vn: Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con tablas de estimaciones de la vida de los neumáticos, desarrolladas con base en las experiencias estadísticas de los fabricantes, considerando, entre otros, los factores siguientes: presión de inflado, velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvas, superficie de rodamiento, posición de la máquina; cargas que soporte; clima en que se operen y mantenimiento.

En lo que se refiere al **recurso humano**, este está determinado por el pago de los salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria por hora efectiva de trabajo y se determina como el producto del factor de utilización del equipo (valuado en 0.15625 según la norma) por el salario diario del personal.

Para el caso específico del manejo de los RSC, un elemento adicional del costo variable es el **pago por la recepción del residuo**, el cual dependerá del sitio para su disposición final o para su reciclado.

4.3. Planteamiento de escenarios

Para fines de esquematizar y dimensionar el problema con el transportista de RSC se plantearán tres escenarios (pesimista, promedio y optimista), donde se busca saber cuál es la mejor opción de disposición final de residuos a partir de la distancia recorrida, una de las principales variables destacadas para el planteamiento es la distancia que recorre el vehículo.

Para ello se consideraron los siguientes supuestos:

- Las distancias estimadas por el modelo económico son euclidianas, ya que no se consideró la traza de la ciudad.
- La tarifa por el servicio de limpia de RSC se consideró única y de \$1,800 en cualquier delegación de la Ciudad de México.
- El cálculo de gastos de operación, se toma a partir del lugar del retiro de RSC, es decir no se toman en cuenta los movimientos en vacío.
- Las complicaciones de la traza urbana se desprecian.
- Se adopta la velocidad promedio de 8 km/hr de hora pico. El Reporte Nacional de Movilidad en México¹, afirma que, en la zona metropolitana del Valle de México, la velocidad promedio en horas pico está entre 8 km/hr y 11 km/hr, por lo que se usará la velocidad de 8 km/hr para este análisis, ya que se plantearán las condiciones más severas para el transportista en cuanto al tráfico; de este modo también se le da tolerancia de velocidad, ya que si esta

¹ El Reporte Nacional de Movilidad en México 2014-2015

aumenta, el tiempo de recorrido será menor y por tanto no afectará la ganancia del fletero.

- Los gastos de administración están incluidos en la tarifa.
- Las condiciones de carga son adicionales al costo horario (dependiendo la maniobra que se requiera).
- El escombro (RSC) se encuentra limpio, sin basura.
- El camión tipo volteo que se usó para el cálculo del modelo económico es marca internacional modelo 2013, con valor comercial de \$685,000.00 m/n en el mercado actual, funcionamiento a base de combustible Diesel, su eficiencia es de 2.5 km/Lt, 6 llantas tipo radiales medida 11R22.5 rango de carga G/14 capas.

Es importante recalcar que este tipo de camión elegido por la maniobrabilidad que brinda en la ciudad, además de ser considerado en el rango de obras pequeñas, medianos y algunas obras grandes.

Para los escenarios pesimista, promedio y optimista, se realizaron consultas de costos de servicio de retiro de RSC, donde se consultó para diferentes delegaciones de la CDMX; por lo que se ocupó la tarifa de \$1,800, como un estándar para la operación del camión tipo volteo de 7 m³; por otro lado, para la ganancia esperada se realizaron estimaciones a partir de las consultas de costos por el servicio de retiro de RSC.

De los tiraderos oficiales registrados en SEDEMA² 2017 existe una planta recicladora y dos centros de transferencia en la CDMX:

²<http://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/medioambiente/descargas/Sitios%20Autorizados%20Disposici%C3%B3n%20de%20Materiales.pdf>, fecha mayo 2017

Nombre	Proyecto	Ubicación	Costo de recepción (m³)
(1) Concretos Reciclados, S. A. de C. V	Planta para el reciclado de materiales pétreos de desecho de la construcción en la ciudad de México, en el predio conocido como la esperanza I, "el Yehualique" en la delegación Iztapalapa, México, D.F."	Calle del árbol no. 106, Colonia el triángulo, delegación Iztapalapa, Distrito Federal	\$99.50

Tabla 18. Planta Concretos Reciclados S.A. de C.V.

En cuanto a los Almacenes previos de transferencia y/o centros de acopio temporal, es importante tener en cuenta que estos lugares recolectan en grandes cantidades los RSC, el transporte utilizado posteriormente se dirige por completo al relleno sanitario.

Nombre	Proyecto	Ubicación	Costo de recepción (m³)
(2) Centro de Transferencia Cuemanco	Centro de transferencia y almacenamiento temporal de residuos de la construcción Cuemanco	Periférico sur número 7555, colonia rinconada Coapa, delegación Xochimilco, CDMX	\$120
(3) Almacén Huracán	Recolección, Transporte, Acopio y Almacenamiento RME (Construcción y demolición)	Carretera Picacho Ajusco Mz. 17 Lt. 114, Colonia Cruz del Farol, Delegación Tlalpan, Ciudad de México	\$130

Tabla 19. Centros de transferencia en CDMX.

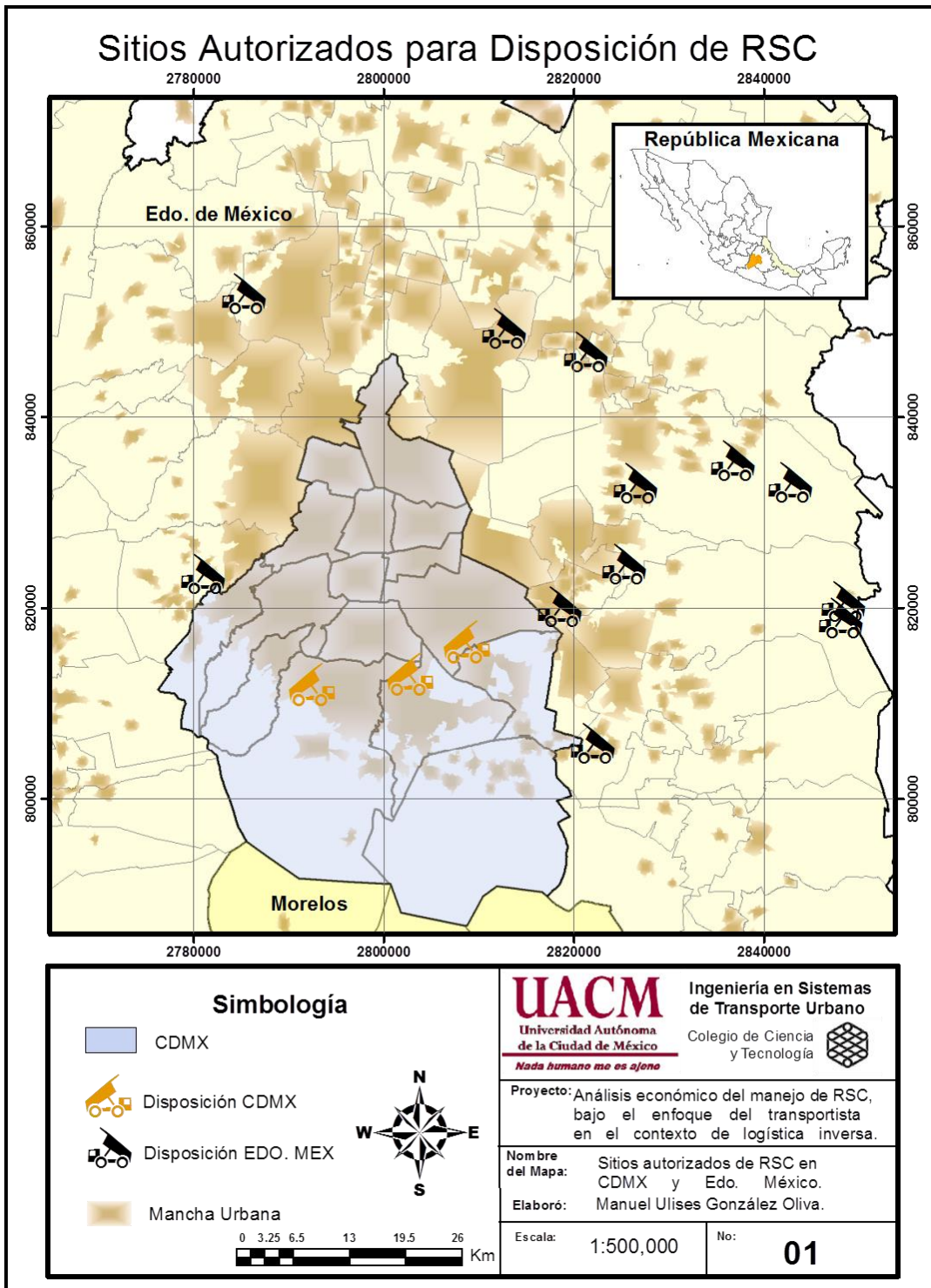
La SEDEMA también considera los siguientes sitios para disposición de materiales de excavación y de la construcción; estos lugares están clasificados como proyectos de remediación, centros de tratamiento, nivelación de terrenos entre otros, estos se encuentran ubicados en el Estado de México y en las cercanías de la CDMX

Nombre	Proyecto	Ubicación	Costo de recepción (Camión)
(4) Tecnosilicatos de México, S.A. de C.V.	Centro de tratamiento de residuos de excavación y demolición del Milagro	Ixtapaluca, km 36.5 de la carretera federal México-Puebla sección loma ancha, fraccionamiento i, ex. Hacienda de Zoquiapan.	\$150
(5) Ixtapaluca	Remediación topográfica residuos de excavación y demolición producto de la construcción	Ixtapaluca Carretera federal México - puebla km 37.5	\$100
(6) Maur S.A de C.V.	Disposición de materiales de excavación y obras de construcción	Texcoco Calle sin nombre, sin número, poblado de Tequexquinahuac	Sin información
(7) Construcción y materiales huixquilucenses, S.A de C.V.	Rehabilitación de tajo mina el venado	Huixquilucan Paraje denominado monte de san José, en la comunidad de dos Ríos	\$400
(8) Comisariado ejidal de san francisco Chimalpa	Nivelación de terreno en el ejido de san francisco Chimalpa	Naucalpan km 26.5 de la autopista lechería Chimalpa	Sin información
(9) Urbanum S.A de C.V.	Proyecto operación de la remediación topográfica	Texcoco Carretera Chapingo-Tequexquinahuac.	Sin información

Tabla 20...

Nombre	Proyecto	Ubicación	Costo de recepción (Camión)
(10) Persona Física	Rehabilitación de socavón, mediante la disposición de material de desplante, residuos de la construcción y de excavaciones	Cuautitlán Izcalli Parcelas 157,158 y 161 del ejido de san francisco Tepojaco	Sin información
(11) Persona Física	Disposición final de residuos de manejo especial procedente de excavaciones y material de construcción	Chicoloapan Paraje las trancas del ejido de San Vicente Chicoloapan	Sin información
(12) Persona Física	Remediación topográfica de mina santa cruz con material producto de excavación	Ixtapaluca Carretera san francisco Acuatla-Coatepec km 4.5 del ejido de san francisco Acuatla	Sin información
(13) Urbanum, S.A de C.V.	Tiro Tlaminca, nivelación con material de la excavación y materiales construcción	Texcoco Carretera Texcoco- San Nicolás Tlaminca s/n, ejido Tlaminca de Texcotzingo	\$70
(14) Transportes Excamaq S.A de C.V.	Recepción y disposición final de residuos de la construcción 20,602.2 m2	Ecatepec Paraje denominado la magdalena, pueblo de Santa María Chiconautla	\$300
(15) comisariado ejidal de san miguel Tlaixpan	Remediación topográfica de un socavón	Texcoco Terrenos de uso común del ejido de San Miguel Tlaixpan	Sin información
(16) Persona física	Proyecto denominado rehabilitación de la mina banco de tiro el arenal	Chalco Camino a Ayotzingo s/n denominado el arenal santa Catarina Ayotzingo	\$150

Tabla 20. Proyectos de remediación, centros de tratamiento y nivelación de terrenos.



Mapa 1. Ubicación de tiraderos de RSC.

Como podemos observar en el mapa anterior, la ubicación de los actuales tiraderos se encuentran en la periferia de la mancha urbana de la Zona

Metropolitana de la Ciudad de México y responde esta distribución al crecimiento de las concentraciones de la misma, por lo que se requieren distancias más largas de recorrido y se puede afirmar los RSC que genera la CDMX se van al Estado de México.

Para la determinación de elección de tiradero a partir de la distancia recorrida, el costo por recepción de RSC tiene un papel importante, debido a que de ello depende que el transportista obtenga mayor ganancia por el servicio de retiro.

Con este esquema se analizarán la planta recicladora concretos reciclados, los dos centros de transferencia temporal dentro de la Ciudad de México y seis sitios de disposición final ubicados en el Estado de México, mismos que se ubican en la periferia de la ciudad. Dichos lugares tienen áreas de servicio en disposición de la CDMX. El interés por estudiar los sitios cercanos a la ciudad es porque resulta ser el mayor lugar de generación de RSC por grandes obras de infraestructura y nuevas edificaciones realizadas.

A continuación, se presenta a modo de ejemplo el proceso de cálculo para el escenario optimista de la planta recicladora.

4.3.1. Cálculo del costo variable

Se parte de una distancia máxima a recorrer de 9.22Km (más adelante en el aparta 4.3.3, se explica por qué se asume esta distancia); considerando la velocidad de 8km/hr y la eficiencia de 2.5 km/hr, el tiempo de operación será 1.15hr (para la distancia antes señalada) y un consumo de 3.688 Litros de diésel

Los datos de entrada se muestran en la siguiente Tabla 21.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.15 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Litros de Diesel	3.688	Lt
------------------	-------	----

Tabla 21. Datos de entrada

Los recursos son los insumos que necesita el camión de volteo para realizar la operación de retiro de RSC; el costo del diésel es variable, para el caso, se considera el precio al 10 de septiembre de 2017.

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	3.688	\$ 17.28	\$ 63.73
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 111.10

Tabla 22. Recursos requeridos.

Para el costo asociado al recurso humano, se considera la carga manual con palas y fuerza humana y que estará integrado por un chofer y un ayudante general.

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Tabla 23. Recurso Humano.

La cantidad de 0.15625 es el factor de utilización de la operación del equipo (FUOE), como se muestra a continuación.

$$FUOE = \frac{1}{(8.00 \times 80)} = 0.15625$$

Este factor utilizado se intuye que está en función de un día de trabajo del camión de volteo y del tiempo efectivo de uso del vehículo sin sufrir descomposturas.

También, es necesario aclarar que los salarios establecidos en el modelo económico, se estimaron mediante consultas previas, en el caso del chofer del vehículo se tiene un salario de \$2,500 y para el ayudante general de \$1,500, ambos salarios son semanales.

La recepción de RSC depende del lugar al que sea dirigido el transportista y por condición del lugar donde se genere el residuo, sin embargo, el costo por recepción en la planta recicladora es de 99.50 \$/m³.

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 99.50	\$ 696.50
			Total	\$ 696.50

Tabla 24. Recepción de RSC.

4.3.2. Cálculo del costo fijo

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Tabla 25. Costos variables

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(V_m - V_r) / V_e$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(V_m + V_r) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(V_m + V_r) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$M_n = (K_o * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Tabla 26. Costos Fijos.

El costo horario total se calcula de la siguiente manera

$$CHT = T(CF + I + RRHH)$$

Ecuación 14.

Dónde:

CHT = Costo Horario Total.

T = Tiempo de recorrido (1.15 horas).

CF = Costos fijos.

I = Insumos.

RRHH = Recursos Humanos.

Total de Costo Horario	\$ 453.37
------------------------	-----------

Para finalizar el cálculo se realiza la operación.

$$\text{Costo total de transporte de RSC} = \text{CHT} + \text{RRSC}$$

Ecuación 15.

CHT = Costo Horario Total.

RRSC = Recepción de RSC.

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.87
--	-------------

4.3.3. Escenarios

La utilidad esperada por el transportista se calcula como

$$\begin{aligned} \text{Utilidad esperada} \\ &= \text{Tarifa por el servicio de retiro de RSC} \\ &\quad - \text{Costo total de transporte de RSC} \end{aligned}$$

Ecuación 16.

Cabe recordar que la tarifa se fijó en \$1,800 (véase las páginas 66 y 98); por otro lado, los valores de la utilidad esperada dieron lugar a la definición de los tres escenarios, identificados como pesimista, promedio y optimista, en el que dicha utilidad asume los valores de \$450, \$550 y \$650 respectivamente. Siendo el valor promedio aquél que se estimó a través de las consultas mencionadas.

Para el ejemplo expuesto (escenario optimista) la distancia fijada en 9.22Km se estableció como aquella en la que se cumplen los \$650 de utilidad; es decir, para 9.22Km de recorrido, los costos totales son de \$1,149.87, por lo que la utilidad neta es de \$650.13; una distancia mayor a la indicada, implica un costo total de transporte de RSC superior a \$1,150, por lo que la utilidad esperada sería menor a la propuesta para este escenario. Así pues, la determinación de distancia fue el resultado de un proceso de inspección para el cumplimiento de las utilidades que define a cada escenario.

De forma similar, se estimó la distancia para las cuales se cumpliera la utilidad en los escenarios promedio y pesimista, siendo 10.92Km y 12.55Km respectivamente (ver anexo 1 “planta recicladora” incisos b y c), como se muestran en la siguiente Tabla 27 para la planta recicladora.

Descripción	Utilidad		
	Optimista	Promedio	Pesimista
Costo por viaje	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Utilidad esperada	\$ 650.00	\$ 550.00	\$ 450.00
Distancia (Km)	9.22	10.92	12.55

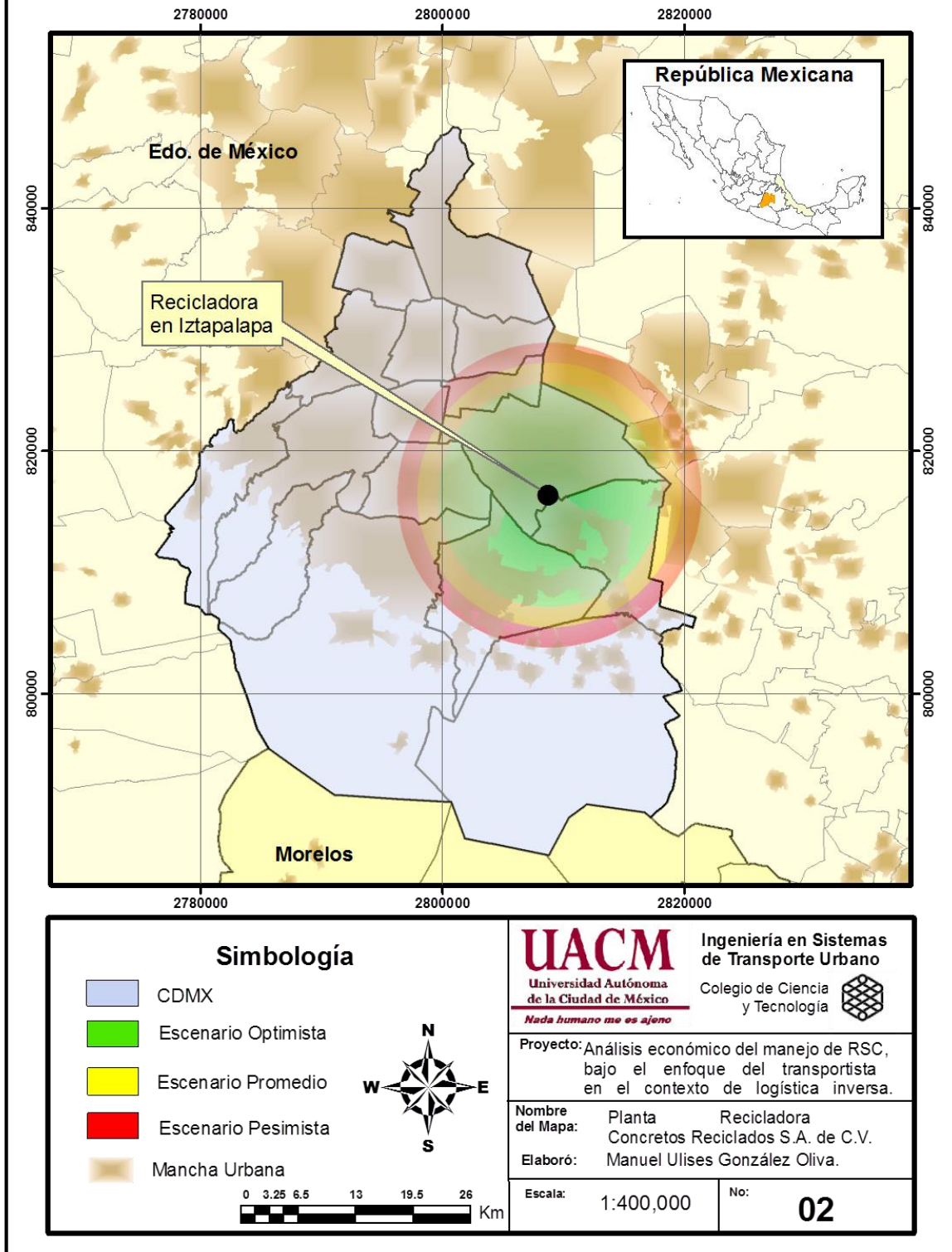
Tabla 27. Escenarios de costos.

A mayor costo de recepción de RSC < Área de influencia del sitio de disposición.

Si el lugar de recepción esta más alejado del lugar de generacion de RSC, lleva más tiempo de recorrido.

Con ayuda del siguiente Mapa 2 podemos ver la cobertura que tiene la planta de reciclaje en la Ciudad de México y algunos municipios del Estado de México.

Planta Recicladora Concretos Reciclados S.A. de C.V.

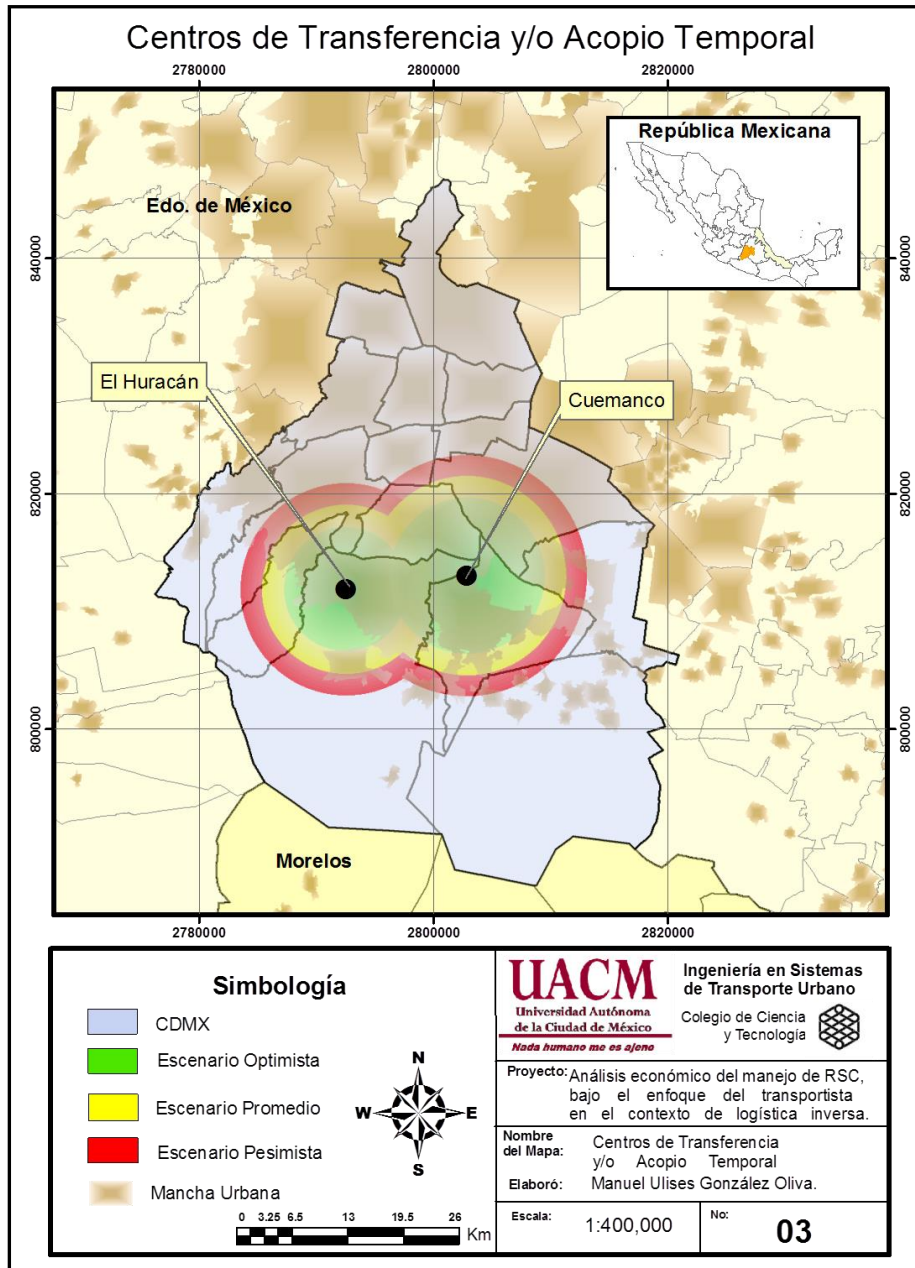


Mapa 2. Planta Concretos Reciclados.

Centros de transferencia y/o acopio temporal.

No	Nombre del depósito	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)
2	Cuemanco	10.19	8.45	6.6
3	El Huracán	8.98	7.17	5.24

Tabla 28. Escenarios de los centros de transferencia temporal.



Mapa 3. Almacenes previos de transferencia.

Como se observa en el Mapa 3 Las áreas de servicio de ambos centros de transferencia, cubren la parte central de la CDMX, y también se puede observar que estos dos lugares son competidores directos entre sí.

Este tipo de almacenes previos y/o centros de acopio, son lugares legales para recepción de RSC, establecen costos relativamente altos y el cobro es por m³; es por eso que la zona de servicio que ofrecen es baja. Pese ello, la diferencia de coberturas entre ambos radica en el costo de recepción, ya que en el caso de Cuemanco es menor y por lo tanto permite ampliar su operación.

Estos almacenes son utilizados por usuarios que están en sus cercanías, como los pequeños productores de RSC y también por personas que eventualmente generan pequeñas cantidades (derivado principalmente de la autoconstrucción).

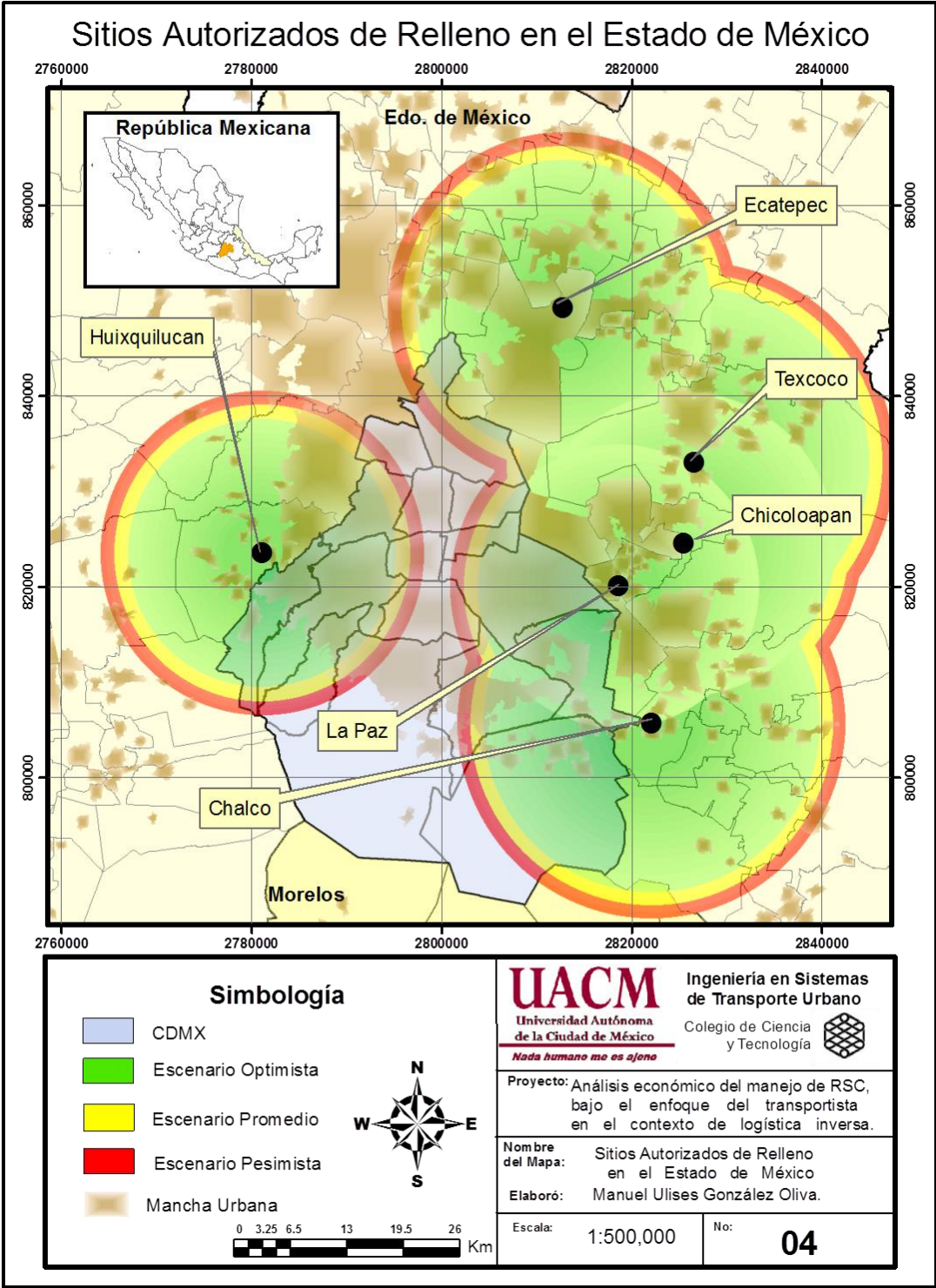
Son considerados previos de transferencia, debido a que consolidan cantidades de RSC en el sitio, para posteriormente volver a cargar el residuo en camiones de mayor capacidad, como los tráileres de 30 y 35 m³, para así realizar la disposición final en sitios o proyectos de relleno.

Este tipo de lugares están legamente constituidos y los servicios que aportan facilitan el manejo de RSC sobre todo en la región sur de la Ciudad, sin embargo, incentivan el termino prematuro de la vida útil de los RSC.

Como resumen del análisis realizado al resto de los sitios autorizados para la disposición de RSC se tiene los siguientes resultados.

No	Nombre del sitio autorizado	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)
4	Huixquilucan	16.99	15.55	14.05
5	La Paz	17.69	16.28	14.81
6	Chicoloapan	18.79	17.41	15.99
7	Chalco	20.39	19.06	17.69
8	Texcoco 1	21.04	19.73	18.39
9	Ecatepec	18.39	16.99	15.55

Tabla 29. Sitios autorizados para la disposición de RSC.

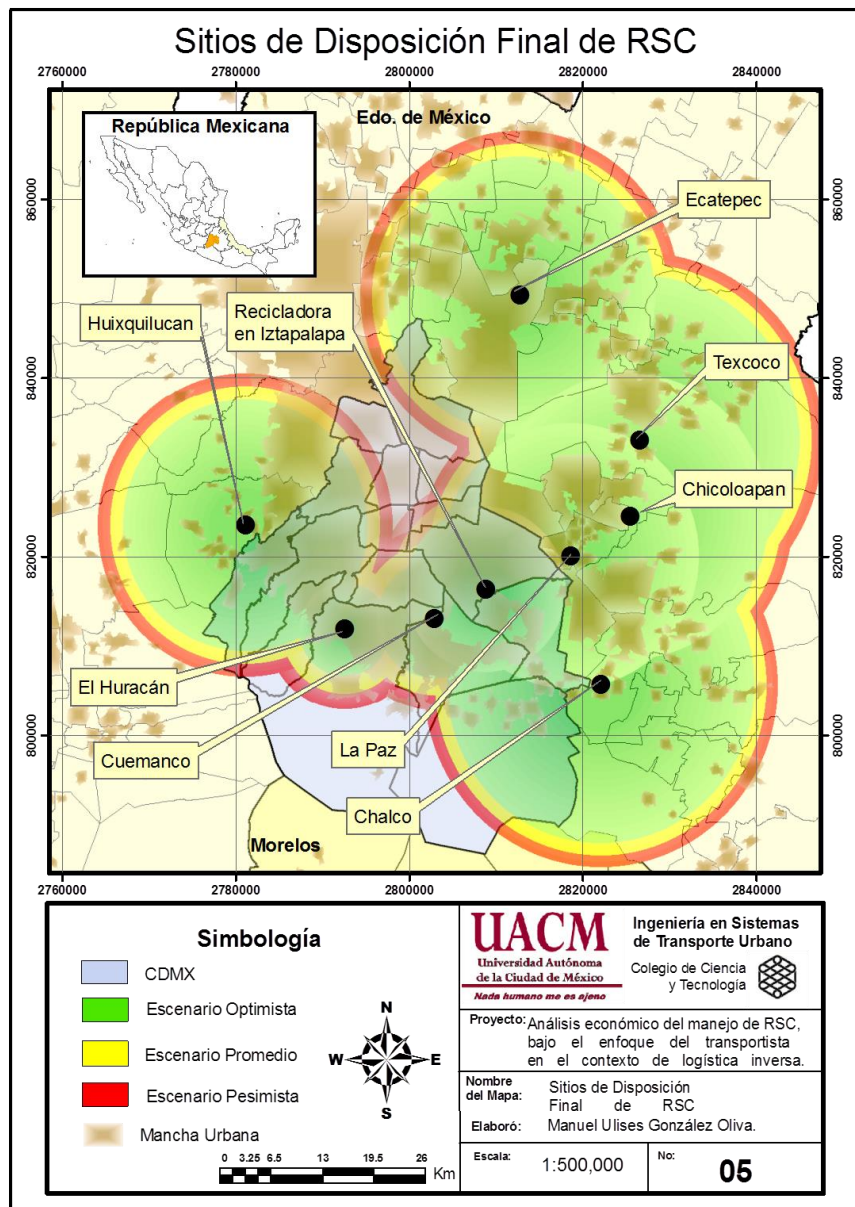


Mapa 4. Sitios autorizados para disposición en el estado de México

Capítulo 5. Propuesta de solución

Con el antecedente de que la Ciudad de México solo cuenta con una sola planta recicladora de RSC y que, además, se tiene una capacidad finita de proyectos de rellenos sanitarios, se plantea la siguiente propuesta de solución.

De los resultados de cobertura de servicios dentro de la Ciudad de México, se observa que hay una zona importante que no está siendo atendida, comprendida por las Delegaciones Azcapotzalco, Cuauhtémoc y unas partes de Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, tal como se muestra en el Mapa 5.



Mapa 5. Sitios autorizados para disposición CDMX y Edo México.

Una parte de esta propuesta es replicar el funcionamiento de la actual planta recicladora, pero ubicándola en la zona que actualmente se encuentra desatendida.

Para la ubicación propuesta de la segunda planta, se investigó la disponibilidad de terrenos en la zona de interés, dando como resultado la ubicación de un terreno de superficie de 11,700 m² en la calle 4, colonia San Miguel Amantla, Azcapotzalco, Ciudad de México³ (Mapa 6).

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, menciona que las delegaciones Álvaro Obregón, Benito Juárez y Venustiano Carranza son las demarcaciones con la mayor dinámica en cuanto a densificación urbana y por ende son los sitios con la mayor generación de RSC; la necesidad de mantener un control sobre los RSC sin caer en malas prácticas reside en el costo, por ello se propone facilitar la recepción de RSC y así atender las necesidades de los mayores generadores de residuos, haciendo al mismo tiempo económicamente “atractiva” la operación de los servicios de transporte.

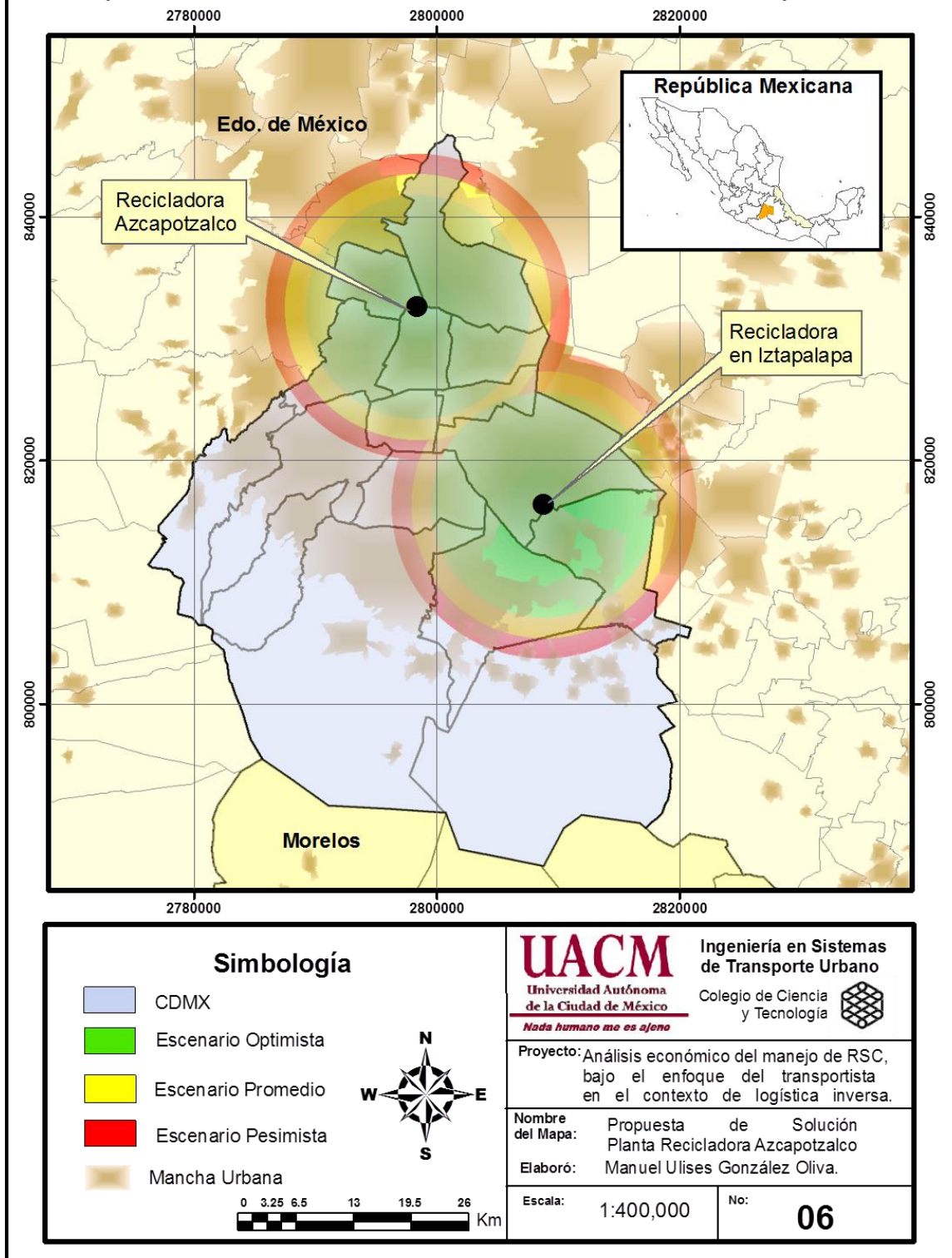
Por otra parte, la ubicación establecida de la segunda planta recicladora abarcaría parte del Estado de México, además de atender partes importantes del centro de la CDMX.

Esta segunda planta de reciclado además de atender la zona norte de la CDMX y algunos municipios del Estado de México, estaría en condiciones de reinsertar los productos del reciclado en la cadena productiva de la construcción.

En el siguiente mapa, se muestran las coberturas (optimista, promedio y pesimista) bajo el funcionamiento de la actual planta recicladora y la propuesta en Azcapotzalco.

³ https://terreno.mercadolibre.com.mx/MLM-599492421-excelente-terreno-11700-m2-con-bodegas-_JM
fecha de consulta 18 Octubre 2017.

Propuesta de Solución Planta Recicladora Azcapotzalco



Mapa 6. Planta Azcapotzalco.

En segundo lugar, aprovechando la ubicación del tiradero de Huixquilucan en el Estado de México, posibilita el eventual aprovechamiento de este lugar, debido a que es una mina de explotación de materia prima (arena, grava, entre otros) (fecha de consulta 7 Octubre de 2017⁴).

Este lugar cuenta con:

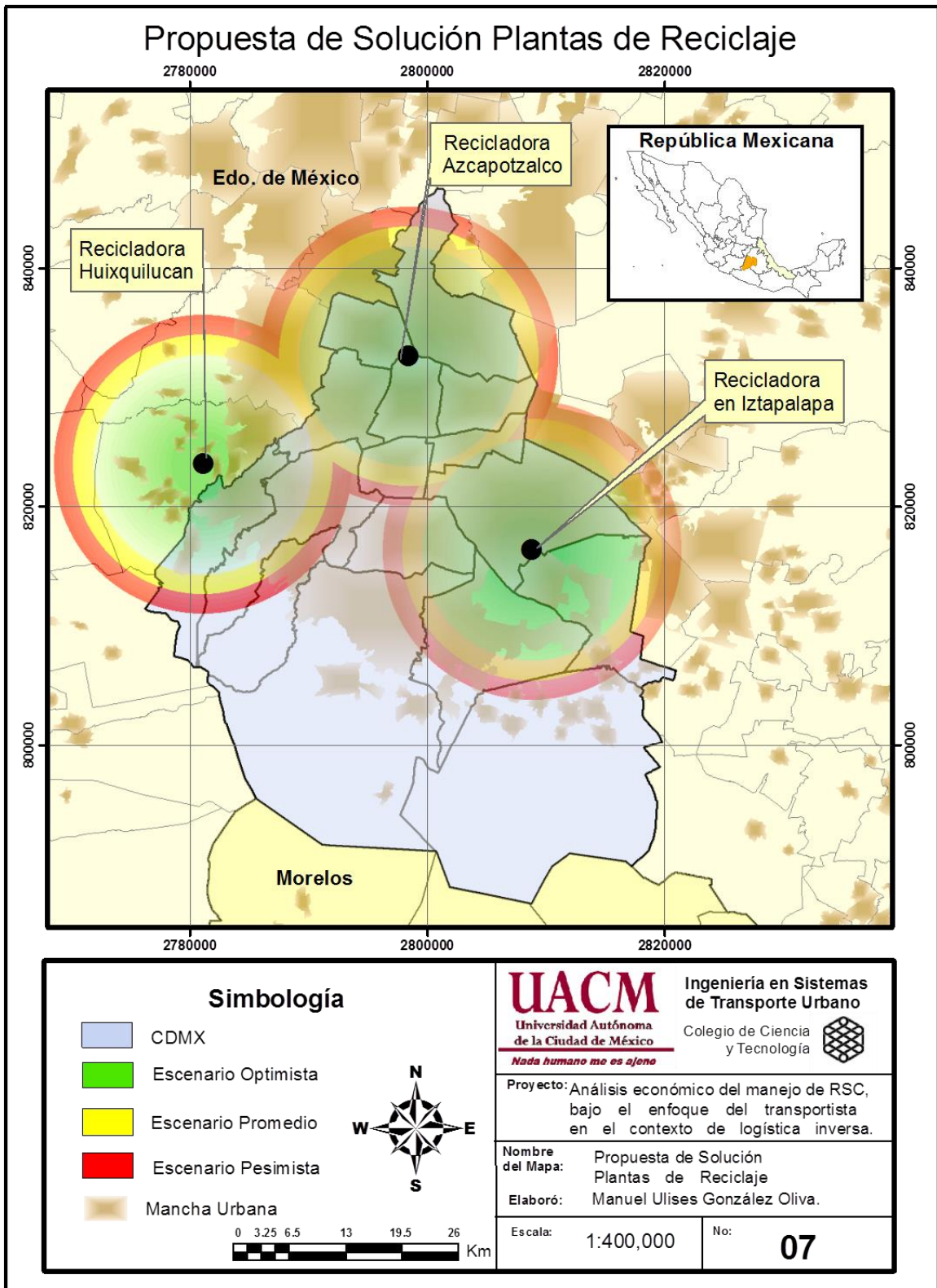
- Equipo compatible para realizar la operación de planta de reciclaje.
- Condiciones de trabajo adecuadas para el manejo de residuos.
- Atractivo para el transportista, recepción de escombro y suministro de material en el mismo lugar (no viajes en vacío, posibilidad de “vuelta redonda”).
- Generación de nuevos empleos

La ubicación al occidente de la Ciudad de México de la mina El Venado, permite adecuar sus condiciones ya establecidas. Con este proyecto, se impulsaría el reciclaje en la CDMX y la captación de dichos materiales, con el objetivo de reinsertarlos en la cadena de suministro de la construcción.

Por otro lado, los impactos (por ruido, polvo etc.) hacia la población aledaña al lugar, se pueden controlar pues en la zona ya se conoce la actividad realizada.

En el siguiente Mapa 7 se puede observar la cobertura de las recicladoras propuestas anteriormente (Azcapotzalco y Huixquilucan) y la planta concretos reciclados.

⁴ Secretaria de minería, directorio del sector minero
<http://www.desi.economia.gob.mx/empresas/empresas3.asp?Clave=1045>



Mapa 7. Recicladora Huixquilucan.

Bajo esta configuración (con tres plantas de reciclado), en el siguiente mapa se muestran las coberturas de las áreas de servicio junto con los sitios autorizados para relleno ubicados en el Estado de México y también los sitios de transferencia temporal en la Ciudad de México.

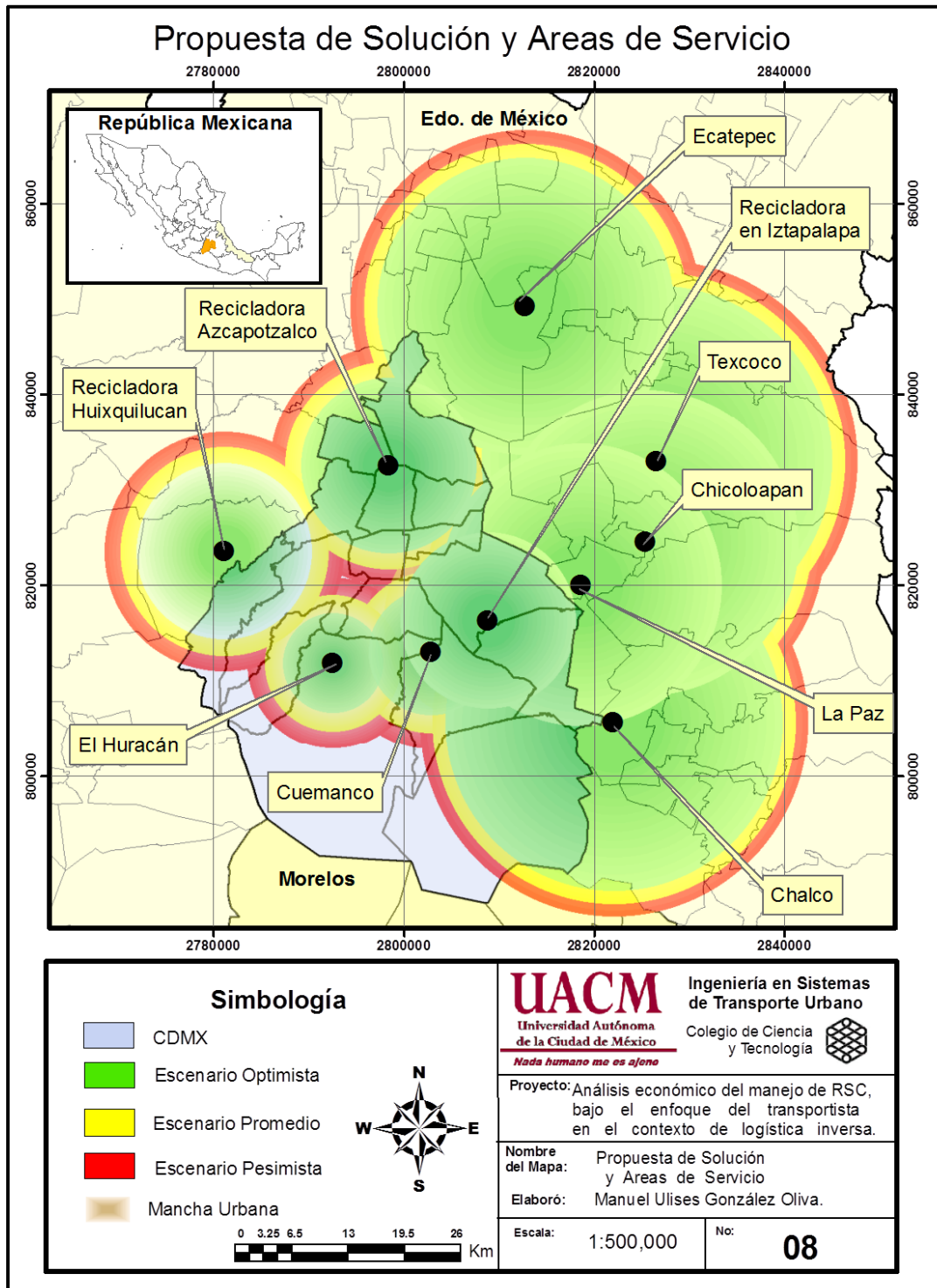
Como se observa en el Mapa 8, la cobertura del servicio de recepción atiende casi el 100% de la mancha urbana de la CDMX, además de atender algunos municipios del Edo. México; con las plantas de reciclaje propuestas, en las áreas cubiertas se permite tener opciones de disposición final, teniendo la capacidad de volver a reinsertar materiales reciclados y se incentivaría el que los generadores hagan uso de los sitios autorizados.

En cuanto a los lugares de relleno, se tendría un aumento en tiempo de vida útil; pese a que para estos sitios la cobertura de servicio es mayor en comparación con las plantas de reciclaje, también implican viajes más largos para el transportista, reduciendo su capacidad de realizar otro servicio de limpia de RSC o incluso obligando a realizar viajes en vacío

En resumen, algunos de los beneficios más importantes de la puesta en marcha de dos nuevas plantas de reciclaje (Azcapotzalco y Huixquilucan) junto con la operación de la actual (Iztapalapa) son:

- Realizar viajes con utilidad esperada en cualquier delegación de la CDMX, el escenario optimista se ve beneficiado en casi toda la ciudad, reducir las malas prácticas y desincentivar el dumping.
- Contribuir al cumplimiento del marco normativo.
- La ruptura de la cadena de valor reafirmará la falla de malas prácticas de tiraderos clandestinos.
- La disposición de RSC, articulará el sistema de reciclado.
- Contribuir a la reinserción de materiales para construcción.
- Incrementar el reciclado de RSC.
- Uso racional de sitios autorizados para proyectos de relleno y extensión de su vida útil.

- Mitigación de impactos ambientales, especialmente los daños del suelo en conservación y reducción del uso de materiales vírgenes.



Mapa 8. Sitios Autorizados y Coberturas de Áreas de Servicio.

Capítulo 6 .Conclusiones y Recomendaciones.

6.1 Conclusiones.

El enfoque de sistemas permite analizar las relaciones entre los actores que conforman la operación de RSC. Debido a que es un residuo, se hace el reconocimiento de los actores desde el término de vida útil, tales como: el generador, el medio de transporte, los sitios de disposición y la regulación, dichos actores interrelacionados en diversas tareas dan pie a una cadena de valor en la logística inversa; parte primordial en la administración de la cadena radica en la toma de decisiones del transportista, donde a partir del medio se plantean nuevas alternativas de solución no solo enfocadas a gestionar el retorno e impulsar el reciclaje, sino también a la mitigación de impactos al medio ambiente (un bien común para generaciones futuras).

Como se analizó, el transportista dentro del manejo de RSC tiene la responsabilidad de realizar el arrastre del cascajo hacia las disposiciones establecidas por la SEDEMA, sin embargo, como va de por medio la ganancia esperada en términos económicos, es más atractiva la disposición en lugares ilegales debido a un mayor margen de ganancia, ya que no hay de por medio un “alto” costo de recepción.

Durante el presente trabajo se encontró que los actores, en la cadena de valor de logística inversa presentada por los RSC, no se encuentran integrados para consolidar los esfuerzos por un manejo responsable; en otras palabras, no existe la colaboración entre los involucrados; sin embargo, es deseable una responsabilidad compartida desde el lugar generador hasta el sitio final.

En cuanto al análisis bajo el enfoque de modelo económico del transportista, la elección del sitio para disponer de los RSC transportados, va a depender directamente del costo de recepción y del lugar donde se genere el escombros.

Es importante mencionar que la disposición de los RSC en los rellenos inevitablemente conlleva la saturación de los mismos; por lo que en el caso de los rellenos ubicados en el Estado de México, una vez que se encuentren saturados, se requerirán de nuevos sitios de disposición, que junto con el crecimiento de la

mancha urbana obligarán a que éstos se ubiquen a mayores distancias de los sitios de generación y, consecuentemente, generarán mayores costos variables.

En cuanto a la normatividad vigente, es importante destacar que existen fallas importantes en cuanto a la aplicación de la misma para su cumplimiento; no existe una adecuada sistematización del registro y proceso de RSC para un manejo adecuado de escombros, su vigilancia, inspección y seguimiento. En cuanto a los tiraderos clandestinos necesariamente se debe castigar conforme a la ley, así como buscar la mitigación de daños ocurridos según sea el caso.

En la CDMX el reciclado de RSC está por debajo del 10% del total generado, hace falta impulsar la cultura del empleo de materiales reciclados, así como dar a conocer los beneficios que traen; la actual planta de reciclaje es una plataforma que permite formar parte de proyectos que benefician a la sociedad.

Uno de los principales organismos que debe dar pie al uso de los materiales reciclados es el Gobierno en sus diferentes niveles y las empresas constructoras que realicen obras públicas y/o privadas, dando reconocimiento por usar materiales de reciclados; el gobierno debe impulsar el uso de dichos materiales, por lo menos en las obras públicas y servicios que realiza.

Si aumenta el porcentaje de reciclaje, la extracción de materia prima bajará considerablemente dando pie a una reserva que se alargará por más tiempo; bajo este esquema se ayudará a minimizar el impacto ambiental, reduciendo la explotación de bancos de materiales vírgenes. Por otro lado, en el suministro de material de construcción, la reinsertión de reciclados tiene que ser considerada como una opción para los constructores.

En el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) 2016-2020 uno de los principales objetivos es estructurar la disposición de RSC bajo las siguientes prioridades:

1. Minimización, se refiere a prevenir y justificar la generación de RSC.

2. Revalorización de RSC, reutilización de RSC en actividades de la construcción rellenos, rampas, etc.
3. Acopio y reciclaje, captación de material susceptible a realizar el proceso de transformación.
4. Rellenos autorizados, proyectos de remediación topográfica y nivelación.

Bajo este esquema se intenta reforzar, apoyar e incentivar el reciclaje, principalmente en el punto tres donde se requiere tener captación de materiales factibles para reciclar; dando pie al pensamiento sistemático con el presente listado al realizar las buenas prácticas en la gestión del manejo de RSC para que el sistema funciones se debe existir las interrelaciones entre las entidades ya que si no se cumple el sistema no funciona y existen alteraciones al sistema.

6.2 Recomendaciones

Se hace la recomendación de enriquecer el modelo económico con factores de distancias en vacío, investigación de transportistas que realicen el servicio de limpia de RSC, así como vincularlo a un caso específico donde se tenga conocimiento de la velocidad de recorrido, tiempos y distancias (identificación de rutas óptimas). De ser posible un análisis de traza de avenidas principales y secundarias daría pie a un enfoque a detalle de tiempo y distancias recorridas.

Cabe hacer énfasis que las propuestas de solución son el parteaguas para nuevos proyectos de realización de nuevas plantas recicladoras, pero es necesario plantear un plan de negocios donde se realice un dimensionamiento de personal y maquinaria requerida.

En el caso de consulta de cobro por servicio de limpia de RSC se recomienda realizar una investigación sobre los costos de operación y la ganancia esperada.

Es importante realizar la separación de RSC con basura (plásticos, aceites, asbestos, químicos, entre otros), ya que esto representa un problema por contaminación con otros elementos que afectan al suelo, se deben mejorar las

prácticas de separación, para su fácil captación de materiales potencialmente reciclables.

Realizar programas de reciclaje con el uso de la trituradora de cascajo, para remediar las afectaciones en los tiraderos clandestinos; por ejemplo, se utilizó el tiradero clandestino ubicado en el eje 6 Sur y Periférico, en la Delegación Iztapalapa ⁵, y se recuperaron los materiales dispuestos en los tiraderos clandestinos en la zona oriente de la CDMX, en este caso se invitó a traer los RSC (obras públicas y particulares) a la Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección General Obras y particulares, como resultado, el producto de la trituración de dichos materiales se proyectó para rellenos volumétricos, rellenar grietas, construcción de banquetas y encostalar el material para prevención o emergencias. De esta manera se logra incentivar el reciclado, adoptar técnicas de reusó de materiales de construcción además de rescatar la imagen urbana y ecológica en las zonas afectadas.

Automatización del registro de RSC, esto sería de mucha utilidad; ya que esto aportaría un registro confiable de las cantidades reportadas (generadas), eficiencia (por los volúmenes reciclados y por todos los participantes de este proceso) y seguimiento de los planes de manejo.

El estudio de benchmarking permitiría hacer un análisis de procesos, de cómo se está realizando la gestión de RSC en la CDMX, comparando con algunos otras buenas prácticas aplicadas en países con mayor desarrollados en el tema.

Una de las herramientas descritas en el capítulo 2 es la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), este tipo de tecnologías permite tener una certeza, sobre las rutas habituales de los vehículos durante el arrastre de RSC, durante la vigilancia con estos sistemas es rescatable que es una medida de control efectiva debido a que se podría implementar medidas o índices para detectar los posibles infractores en zonas de vertederos ilegales.

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=SZ-MjJ1Sfx0>

La realización de un modelo económico permite crear escenarios a partir de comportamientos y conexiones entre partes que componen un sistema de logística inversa, a partir de las soluciones analizadas se toman decisiones de planeación y de estrategia donde se pueden tomar como una plataforma de mejora, mejora de vigilancia, fiscalización, robustecimiento y mejora de procesos, por ultimo protección y preservación al medio ambiente que es un beneficio e responsabilidad que compartimos todos los seres que habitamos en el planeta tierra.

Anexos

Anexo 1. Planta recicladora “Concretos Reciclados S.A. de C.V.”.

a) Planta recicladora Concretos Reciclados S.A. de C.V. “escenario optimista”

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.15 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	9.22 km
-----------	---------

Litros de Diesel	3.688	Lt
------------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (V_m - V_r) / V_e$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (V_m + V_r) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (V_m + V_r) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (K_o * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	3.688	\$ 17.28	\$ 63.73
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 111.10

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 99.50	\$ 696.50
Total				\$ 696.50

Total de Costo Horario	\$ 453.37
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.87
--	-------------

b) Planta recicladora “escenario promedio”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.37 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	10.92 km
-----------	----------

Lt de Diesel	4.368	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	3.688	\$ 17.28	\$ 63.73
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total			\$	111.10

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
			Total	\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 99.50	\$ 696.50
			Total	\$ 696.50

Total de Costo Horario	\$ 453.37
------------------------	------------------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.87
--	--------------------

c) Planta Recicladora “escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.57 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	12.55 km
-----------	----------

Lt de Diesel	5.02 Lt
--------------	---------

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	5.02	\$ 17.28	\$ 86.75
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 134.12

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 99.50	\$ 696.50
Total				\$ 696.50

Total de Costo Horario	\$ 653.23
------------------------	-----------

Total de recursos de tranporte de RSC	\$ 1,349.73
---------------------------------------	-------------

Resultados					
No	Descripcion	Pesimista	Promedio	Optimista	Costo
1	Recicladora	12.55	10.92	9.22	\$ 99.50

Anexo 2. Centro de Transferencia Cuemanco

a) Centro de Transferencia Cuemanco “escenario optimista”

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.27 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt
Distancia 10.19 km	
Lt de Diesel	4.076 Lt

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	4.076	\$ 17.28	\$ 70.43
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 117.80

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 120.00	\$ 840.00
Total				\$ 840.00

Total de Costo Horario	\$ 509.61
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,349.61
--	-------------

b) Centro de Transferencia Cuemanco “escenario promedio”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.06 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	8.45 km
-----------	---------

Lt de Diesel	3.38	Lt
--------------	------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	3.38	\$ 17.28	\$ 58.41
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 105.78

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 120.00	\$ 840.00
Total				\$ 840.00

Total de Costo Horario	\$ 409.89
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.89
--	-------------

c) Centro de Transferencia Cuemanco “escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	0.83 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	6.6 km
-----------	--------

Lt de Diesel	2.64	Lt
--------------	------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	2.64	\$ 17.28	\$ 45.62
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 92.99

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 120.00	\$ 840.00
Total				\$ 840.00

Total de Costo Horario	\$ 309.60
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.60
--	-------------

Resultados					
No	Descripcion	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
2	Cuemanco	10.19	8.45	6.6	\$ 120.00

Anexo 3. Centro de Transferencia “el huracán”.

a) Centro de Transferencia el huracán “escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	0.66 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	5.24 km
-----------	---------

Lt de Diesel	2.096	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	2.096	\$ 17.28	\$ 36.22
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 83.59

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 130.00	\$ 910.00
Total				\$ 910.00

Total de Costo Horario	\$ 239.65
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.65
--	-------------

b) Centro de Transferencia el huracán “escenario promedio”

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	0.90 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	7.17 km
-----------	---------

Lt de Diesel	2.868	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	2.868	\$ 17.28	\$ 49.56
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 96.93

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 130.00	\$ 910.00
Total				\$ 910.00

Total de Costo Horario	\$ 339.87
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.87
--	-------------

c) Centro de Transferencia el huracán “escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.12 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	8.98 km
-----------	---------

Lt de Diesel	3.592	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	3.592	\$ 17.28	\$ 62.07
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 109.44

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	m3	7	\$ 130.00	\$ 910.00
Total				\$ 910.00

Total de Costo Horario	\$ 439.71
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,349.71
--	-------------

Resultados					
No	Descripcion	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
3	Huracan	8.98	7.17	5.24	\$ 130.00

Anexo 4. Tiradero Huixquilucan.

a) Tiradero Huixquilucan “Escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.76 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	14.05 km
-----------	----------

Lt de Diesel	5.62	Lt
--------------	------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	5.62	\$ 17.28	\$ 97.11
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 144.48

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Total				\$ 400.00

Total de Costo Horario	\$ 749.51
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.51
--	-------------

b) Tiradero Huixquilucan “Escenario Promedio”

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.94 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	15.55 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.22	Lt
--------------	------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.22	\$ 17.28	\$ 107.48
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 154.85

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Total				\$ 400.00

Total de Costo Horario	\$ 849.68
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.68
--	-------------

c) Tiradero Huixquilucan “Escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.12 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	16.99 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.796	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (V_m - V_r) / V_e$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (V_m + V_r) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (V_m + V_r) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (K_o * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.796	\$ 17.28	\$ 117.43
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 164.80

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Total				\$ 400.00

Total de Costo Horario	\$ 949.51
-------------------------------	------------------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,349.51
---	--------------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
4	16.99	15.55	14.05	\$ 400.00

Anexo 5. Tiradero La Paz.

a) Tiradero La Paz “Escenario Pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.85 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	14.81 km
-----------	----------

Lt de Diesel	5.924	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	5.924	\$ 17.28	\$ 102.37
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 149.74

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 350.00	\$ 350.00
Total				\$ 350.00

Total de Costo Horario	\$ 799.78
------------------------	-----------

Total de recursos de trasnporte de RSC	\$ 1,149.78
--	-------------

b) Tiradero La Paz “Escenario Promedio”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.04 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	16.28 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.512	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.512	\$ 17.28	\$ 112.53
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 159.90

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 350.00	\$ 350.00
Total				\$ 350.00

Total de Costo Horario	\$ 899.84
-------------------------------	------------------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.84
---	--------------------

c) Tiradero La Paz "Escenario pesimista".

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.21 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	17.69 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.076	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.076	\$ 17.28	\$ 122.27
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 169.64

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 350.00	\$ 350.00
			Total	\$ 350.00

Total de Costo Horario	\$ 999.32
------------------------	-----------

Total de recursos de tranporte de RSC	\$ 1,349.32
---------------------------------------	-------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
5	17.69	16.28	14.81	\$ 350.00

Anexo 6. Tiradero Chicoloapan.

a) Tiradero Chicoloapan “Escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.00 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	15.99 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.396	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.396	\$ 17.28	\$ 110.52
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 157.89

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 270.00	\$ 270.00
Total				\$ 270.00

Total de Costo Horario	\$ 879.80
------------------------	-----------

Total de recursos de trasnporte de RSC	\$ 1,149.80
--	-------------

b) Tiradero Chicoloapan “Escenario Promedio”

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.18 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	17.41 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.964	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.964	\$ 17.28	\$ 120.34
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 167.71

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 270.00	\$ 270.00
Total				\$ 270.00

Total de Costo Horario	\$ 979.29
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.29
--	-------------

c) Tiradero Chicoloapan “Escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.35 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	18.79 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.516	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos				
Descripción	Variable	Formula	Importe	
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$	72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$	42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$	8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$	54.60
Total			\$	178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.516	\$ 17.28	\$ 129.88
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total			\$	177.25

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total			\$	104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 270.00	\$ 270.00
Total			\$	270.00

Total de Costo Horario	\$ 1,079.32
------------------------	-------------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,349.32
--	-------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
6	18.79	17.41	15.99	\$ 270.00

Anexo 7. Tiradero Chalco.

a) Tiradero Chalco “Escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.21 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	17.69 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.076	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	
Diesel	Lt	7.076	\$ 17.28	\$	122.27
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$	18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$	28.50
				Total	\$ 169.64

Recurso Humano					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$	65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$	39.06
				Total	\$ 104.17

Recepcion de RSC					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	
RSC	Camion	1	\$ 150.00	\$	150.00
				Total	\$ 150.00

Total de Costo Horario	\$ 999.32
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,149.32
--	-------------

b) Tiradero Chalco "Escenario Promedio"

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.38 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	19.06 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.624	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$(Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$(Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$(Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.624	\$ 17.28	\$ 131.74
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 179.11

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 150.00	\$ 150.00
			Total	\$ 150.00

Total de Costo Horario	\$ 1,099.28
------------------------	-------------

Total de recursos de trasnporte de RSC	\$ 1,249.28
--	-------------

c) Tiradero Chalco “Escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.55 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	20.39 km
-----------	----------

Lt de Diesel	8.156	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos				
Descripción	Variable	Formula	Importe	
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$	72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$	42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$	8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$	54.60
Total			\$	178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	8.156	\$ 17.28	\$ 140.94
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total			\$	188.31

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total			\$	104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Total			\$	150.00

Total de Costo Horario	\$ 1,199.42
------------------------	-------------

Total de recursos de tranporte de RSC	\$ 1,349.42
---------------------------------------	-------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
7	20.39	19.06	17.69	\$ 150.00

Anexo 8. Tiradero Texcoco.

a) Tiradero Texcoco “Escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.30 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	18.39 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.356	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.356	\$ 17.28	\$ 127.11
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 174.48

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Total				\$ 300.00

Total de Costo Horario	\$ 1,049.99
------------------------	-------------

Total de recursos de trasnporte de RSC	\$ 1,349.99
--	-------------

b) Tiradero Texcoco "Escenario Promedio".

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.47 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	19.73 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.892	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.892	\$ 17.28	\$ 136.37
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 183.74

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Total				\$ 100.00

Total de Costo Horario	\$ 1,149.34
------------------------	-------------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.34
--	-------------

c) Tiradero Texcoco "Escenario pesimista".

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.63 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	21.04 km
-----------	----------

Lt de Diesel	8.416	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	8.416	\$ 17.28	\$ 145.43
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 192.80

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Total				\$ 100.00

Total de Costo Horario	\$ 1,249.47
------------------------	-------------

Total de recursos de trasnporte de RSC	\$ 1,349.47
--	-------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
8	21.04	19.73	18.39	\$ 100.00

Anexo 9. Tiradero Ecatepec.

a) Tiradero Ecatepec “Escenario optimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.30 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	18.39 km
-----------	----------

Lt de Diesel	7.356	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$= (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$= (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$= (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$= Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.22	\$ 17.28	\$ 107.48
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 154.85

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Total				\$ 300.00

Total de Costo Horario	\$ 849.68
------------------------	-----------

Total de recursos de tranporte de RSC	\$ 1,149.68
---------------------------------------	-------------

b) Tiradero Ecatepec “Escenario Promedio”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	2.12 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	16.99 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.796	Lt
--------------	-------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$Vr = Vm * r$	=	\$ 72,800.00	
$Ve = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos			
Descripción	Variable	Formula	Importe
Depreciación	D	$D = (Vm - Vr) / Ve$	\$ 72.80
Inversión	Im	$Im = (Vm + Vr) * (i) / (2 * Hea)$	\$ 42.71
Seguros	Sm	$Sm = (Vm + Vr) * (s) / (2 * Hea)$	\$ 8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn = (Ko * D)$	\$ 54.60
Total			\$ 178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	6.796	\$ 17.28	\$ 117.43
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total				\$ 164.80

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total				\$ 104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 300.00	\$ 300.00
			Total	\$ 300.00

Total de Costo Horario	\$ 949.51
------------------------	-----------

Total de recursos de transporte de RSC	\$ 1,249.51
--	-------------

c) Tiradero Ecatepec “Escenario pesimista”.

Datos de Entrada	
Velocidad	8 km/hr
Tiempo	1.94 hr
Eficiencia	2.5 km/Lt

Distancia	15.55 km
-----------	----------

Lt de Diesel	6.22	Lt
--------------	------	----

Descripción de la Variable	Variable	Costo	Descripcion adicional
Costo del Camión	CM	\$ 785,000.00	Modelo 2014
Valor de las Llantas	PN	\$ 57,000.00	Cantidad 6 Llantas
Valor de la Máquina	VM	\$ 728,000.00	
Horas efectivas al año	Hea	1500	Horas
Vida Económica	V	6	Horas
Tasa de Seguro	S	3%	\$ 23,550.00
% de Mantenimiento	Ko	75%	
% de Rescate	r	10%	
Tasa de Interés	i	16%	Anual
$V_r = V_m * r$	=	\$ 72,800.00	
$V_e = V * Hea$	=	9000	Horas efectivas/año

Costos Fijos				
Descripción	Variable	Formula	Importe	
Depreciación	D	$(Vm-Vr)/Ve$	\$	72.80
Inversión	Im	$(Vm+Vr)*(i)/(2*Hea)$	\$	42.71
Seguros	Sm	$(Vm+Vr)*(s)/(2*Hea)$	\$	8.01
Mantenimiento	Mn	$Mn=(Ko*D)$	\$	54.60
Total			\$	178.12

Insumos				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Diesel	Lt	7.356	\$ 17.28	\$ 127.11
Aceite Lubricante	Lt	0.255	\$ 74.00	\$ 18.87
Llantas Radiales 22.5	Jgo	0.0005	\$ 57,000.00	\$ 28.50
Total			\$	174.48

Recurso Humano				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Chofer	jor	0.15625	\$ 416.67	\$ 65.10
Ayudante	jor	0.15625	\$ 250.00	\$ 39.06
Total			\$	104.17

Recepcion de RSC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
RSC	Camion	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Total			\$	300.00

Total de Costo Horario	\$ 1,049.99
------------------------	-------------

Total de recursos de tranporte de RSC	\$ 1,349.99
---------------------------------------	-------------

Resultados				
No	Pesimista (km)	Promedio (km)	Optimista (km)	Costo
9	18.39	16.99	15.55	\$ 300.00

Bibliografía

- Antún Callaba, J. (2004). *Lógica inversa*. Mexico, D.F.
- Antún Callaba, J. P. (2013). *Distribución Urbana de Mercancías: estrategias con centros logísticos*.
- Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas* (Primera ed.). Sevilla: Isdefe.
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson Prentice Hall.
- Camara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2013). *Catálogo de Costos Honorarios*. México, D.F.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2014). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición*. Mexico, DF.
- Christopher, M. (1999). *Logística Aspectos Estratégicos*. Limusa.
- Concretos Reciclados. (2004). <http://www.concretosreciclados.com.mx/>. Obtenido de Concretos Reciclados S.A. de C.V.
- Cortinas de Nava, C. (31 de Octubre de 2017). *Bases para Integrar Planes de Manejo de Residuos de Construcción*. Obtenido de MAYPA:
http://www.maypa.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=118:bases-planes-de-manejo-de-residuos-de-la-construccion&catid=43:manejo-de-residuos&Itemid=94
- Cruz Rivera, R., & Ertel, J. (2009). *Propuesta de Configuración de Redes Recolección de Autos al Final de su vida Útil en México*.
- de Rus, G., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del Transporte*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Flores Calderón, L. A., Toro Ocampo, E. M., & Granada Echeverry, M. (2012). *Diseño de Redes de Logística: una revisión del estado del arte y aplicación y práctica*. Bogota.
- González, J. F. (2007). Reciclar es lo de Hoy. *Construcción y Tecnología*, 42-46.
- Gupta, S. M. (2013). *Reverse Supply Chains. Issues and Analysis*. Florida: CRC Press.
- Ley ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal*. (2000). Mexico: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*. (2014). México: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- (2016). *Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*. México: Diario Oficial de la Federación.

- López Parada, J. (2010). *Incorporación de la Cadena de Suministros y Su Influencia y Su Estructura Organizativa de las empresas*. Barcelona.
- Martínez Daniel, I. (2013). *Residuos de Construcción y Demolición Situación Actual y Correcta Gestión Para el Proceso de Reciclaje en la Industria Mexicana*. Mexico, D.F.
- NOM-161-SEMARNAT. (2011). México: Diario Oficial de la Federación.
- Procuraduría y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2010). *Estudio de Zonas Impactadas por Tiraderos Clandestinos de Residuos de Construcción en el Distrito Federal*. Mexico.
- PROY-NADF-007-RNAT. (2013). México: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo. (2004). Distrito Federal: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. (2008). Distrito Federal: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Robusté, F., Campos, J. M., & Galván, D. (7-9 de Junio de 2000). *Nace la logística Urbana, Actas IV Congreso de Ingeniería del Transporte*. Valencia.
- Sanchez-Lara, B. (s.f.). *Enfoque de Sistemas*. México: Programa de Posgrado en Ingeniería, UNAM Departamento de Ingeniería de Sistemas.
- Secretaría del Medio Ambiente. (2012). *Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX 2012*. Ciudad de México.
- Secretaría del Medio Ambiente. (2014). *Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX 2014*. Ciudad de México.
- Secretaría del Medio Ambiente. (2015). *Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX 2015*. Ciudad de México.
- SEMARNAT. (2016). *Lineamientos de operación para el otorgamiento de subsidios de la SEMARNAT, a través del Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Suarez, G. (2017). *Retiran Tiradero Clandestino de Cascajo en Viaducto-Tlalpan*. Ciudad de México.
- Sunil Chopra, M. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson Educacion.
- Tchobanuglus, G. (1993). *Desechos Sólidos Principio de Ingeniería y Administración*.