

## **PROYECTO DE GENERACIÓN DE EMPLEO EN EL TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

El problema de la generación y tratamiento de los residuos sólidos es una de las principales problemáticas que afectan las grandes urbes, ya que el problema no solamente radica en los grandes volúmenes que se producen diariamente, sino el inadecuado tratamiento que se les da a los mismos.

El correcto tratamiento de los residuos sólidos urbanos, no sólo implicaría una reducción del volumen de los mismos que son enviados a los rellenos sanitarios, sino también potencializaría el aprovechamiento del reciclaje de materiales, pero sobre todo, mitigaría los efectos del cambio climático y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son vertidos a la atmósfera, 5.4% de estos gases, son producto de los procesos de degradación anaerobia gestados en los rellenos sanitarios. (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002)

Un manejo integral de los residuos sólidos constituye una importante labor en la reducción de los agentes causantes del cambio climático, pues al tratar éstos de manera adecuada, el metano ( $\text{CH}_4$ ) desprendido por la actividad bacteriana en los rellenos sanitarios, podría reducirse y dejar de aportar el 24% como lo hace actualmente (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002)

### **Justificación**

El cambio climático es una realidad. La discusión mundial se ha orientado a la transición de economías bajas en carbono, lo que exige una transformación estructural, que permita el abandono de patrones de producción y consumo altamente carbonizados, hacia mecanismos sostenibles amigables con el ambiente

Es probable que los efectos del cambio climático afecten en mayor cuantía a las personas pobres, ya que no cuentan con las condiciones para hacer frente a las nuevas condiciones que se presenta, al igual que se encuentran imposibilitados a hacer frente a los fenómenos climatológicos externos que se presentan.

La reciente crisis alimentaria, sumergió a 44 millones de personas en un umbral de pobreza, con un ingreso inferior a 1.25 dólares al día (Banco Mundial, 2011). Como lo dice el informe Stern, más personas serán conducidas a situaciones de pobreza debido a los efectos del cambio climático, sobre todo en países en desarrollo (Stern, 2006)

En este momento coyuntural por el que atraviesa la dinámica mundial, el paso hacia sendas de crecimiento sostenido, con bajos niveles de carbono es una necesidad. En este contexto, los *empleos verdes*, han surgido como una estrategia de crecimiento acorde a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de erradicación de la pobreza extrema a través del sustento al medio ambiente, mediante la incorporación de la incorporación de principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales (ONU, 2010)

Los empleos verdes comprenden aquellas actividades que ayudan a reducir los efectos del impacto medio ambiental, de empresas y sectores económicos hasta niveles sostenibles, que ayuden a reducir el consumo de energía, materias primas y agua, a descarbonizar la economía y a reducir las emisiones de gases efecto invernadero, mediante estrategias de eficiencia, que permitan la disminución de desechos y de contaminación, con el fin de proteger y restablecer los ecosistemas y la biodiversidad.

Como lo afirma el informe Stern, “Los beneficios de la adopción de medidas prontas y firmes sobre el cambio climático superará con creces los costes.” (Stern, 2006). Por ello, no sólo es importante las labores de mitigación, sino avanzar en la construcción de una economía sostenible, lo cual implica, el tránsito hacia procesos más amigables con el ambiente, que propicien la reducción de emisiones de carbono, todo ello enmarcado en una política de generación de empleos que ayude a la reducción de las desigualdades sociales.

### **Antecedentes**

México se ha sumado a estos esfuerzos internacionales para combatir los efectos del cambio climático, mediante la incorporación de principios de sostenibilidad dentro de su Plan Nacional de Desarrollo. Se plantea la sustentabilidad ambiental como una de las principales estrategias a seguir.

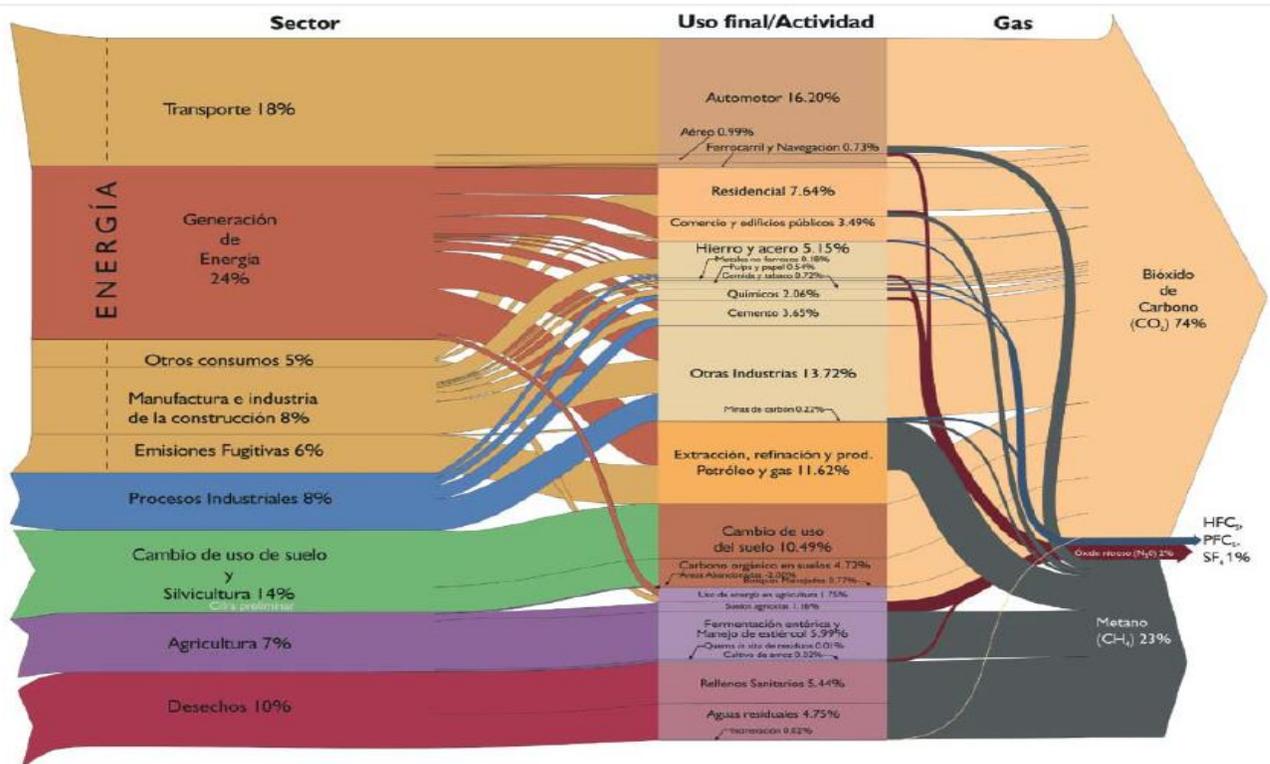
*“La sustentabilidad ambiental exige que México se sume con toda eficacia y con toda responsabilidad a los esfuerzos internacionales por evitar que el planeta llegue a sufrir dislocaciones ambientales sin remedio, como el calentamiento global”* (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, p.37)

Asumiendo sus compromisos internacionales, México ha sido proactivo, suscribiendo cerca de 100 (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012) acuerdos internacionales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sustentable, dentro de los cuales destacan la firma y ratificación de los acuerdos del Protocolo de Kyoto, los Objetivos del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se

comprometió a reducir 30% de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hacia 2012 (García Sánchez Sergio, 2010) sin comprometer sus objetivos de crecimiento y desarrollo.

En el año 2002 las emisiones de GEI medidas en unidades de CO<sub>2</sub> se estimaron en 643,183 Giga gramos (Gg) de las cuales, el 61% ( 389,49 Gg) corresponde al sector energético; 14% (89,854Gg) al cambio de uso de suelo y silvicultura; 10% (65,584 Gg) a los desechos, que incluyen la descomposición de residuos orgánicos, así como las plantas de tratamiento de aguas residuales y los rellenos sanitarios; 8% (52,102 Gg) a los procesos industriales y agricultura (52,102 Gg) La cuota de emisiones nacionales de GEI por gas en CO<sub>2</sub>son las siguientes: el 74%(480,409 Gg) corresponden a CO<sub>2</sub>; 23%(145,586 Gg) son de metano (CH<sub>4</sub>),2% (12,343 Gg) son de a N<sub>2</sub>O y el restante 1%se compone por 4,425 Gg de los HFCs, 405 Gg de los PFCs y 15 Gg de los SF<sub>6</sub>. (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002)

**Gráfico 1. Emisiones de GEI para México**



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002

### *Generación de GEI por residuos urbanos*

En el caso de México, el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>) son los dos componentes principales de las emisiones de GEI, cada uno contribuye con el 74% y 23% respectivamente. (ver gráfico 1)

El caso de la generación de CH<sub>4</sub>, es de particular atención, ya que éste representa la mayor contribución al efecto invernadero, debido a que su potencial de calentamiento global supera en 21 veces al CO<sub>2</sub> (Colmenares y Santos, 2007) el principal contribuyente del GEI.

En 2002, las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron de 6,803 Gg, lo que representa un incremento de 34% con respecto a 1990. Las principales fuentes de emisión corresponden a las subcategorías de emisiones fugitivas por petróleo y gas natural, en la categoría Energía, y la fermentación entérica, en la categoría Agricultura, con una contribución del 26% cada una. Le siguen las emisiones por la disposición de residuos en rellenos sanitarios con 24% y las emisiones del manejo y tratamiento de aguas residuales con 20% (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002).

En el caso de la categoría de desechos, las emisiones de GEI en CO<sub>2</sub> equivalente fueron en 2002 de 65,584 Gg, mientras que en 1990 se emitieron 33,357Gg, lo que representa un incremento del 96.61%. En esta categoría se contempla tanto las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O generadas a partir de la disposición de los residuos sólidos municipales y el manejo y tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales. (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002)

“Cada año, la actividad microbiana libera entre 590 y 880 millones de toneladas de metano a la atmósfera. Cerca del 90% del metano emitido proviene de la descomposición de biomasa.” (Colmenares y Santos, 2007). En el caso de las emisiones de metano, generadas por concepto de la disposición en los rellenos sanitarios y del tratamiento y manejo de aguas residuales, tuvieron incrementos significativos entre 1990 y 2002, con 115% y 85%, respectivamente. (Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2002)

### *El problema de los residuos sólidos urbanos*

La generación de desechos se ha convertido en un problema, pues como se muestra en el gráfico No. 1 éstos contribuyen con el 10% del GEI que se vuelca a la atmosfera, en donde los rellenos sanitarios aporta el 5.44%, en tanto el tratamiento de aguas residuales contribuye con el 4.75% restante.

Los rellenos sanitarios y la generación de basura se encuentran íntimamente ligados, pues mucha de esta es enviada directamente a los rellenos sanitarios, lo que se transforma en un problema si éstos no tienen la estructura necesaria para su tratamiento, ya que los basureros a cielo abierto aceleran la degradación anaerobia, dando origen a la liberación de metano a la atmosfera, y debido a las particulares químicas que presenta este compuesto, su concentración en los rellenos sanitarios y en los depósitos al aire libre se convierte en un foco de peligro, pues se torna explosivo en concentraciones entre 5 y 15%, y en cantidades mayores a éstas es altamente inflamable.

El caso de los residuos sólidos urbanos es de particular atención, pues la inmensa mayoría de estos es conducida a los rellenos sanitarios para su disposición final.

**Cuadro 1. Generación total de residuos sólidos urbanos por regiones (toneladas)**

<b>Región</b>	<b>1997</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>
<b>Frontera</b>	1,437,894	1,616,387	1,968,447	2,377,111
<b>Norte</b>	3,437,260	3,874,217	4,720,190	5,711,011
<b>Centro</b>	9,065,609	10,233,395	12,457,573	15,218,966
<b>Occidente</b>	2,744,398	3,126,966	3,837,936	4,677,662
<b>Sur</b>	1,704,297	1,918,521	2,325,936	2,798,779
<b>Total</b>	<b>18,389,458</b>	<b>20,769,486</b>	<b>25,310,082</b>	<b>30,783,529</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de “*Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*”. Instituto Nacional de Ecología

El cuadro No.1 corresponde a una muestra realizada a 118 regiones, agrupadas en cinco regiones. Como se puede observar, es la región Centro la que más residuos sólidos urbanos produce, pasando de 9,065,609 t en 1997 a 15,218,966t. en 2010, lo que representa un incremento de 6,153,357 t en 13 años, equivalente a un aumento de 67.88%.

Las otras cuatro regiones comprendidas en el estudio también reportaron un incremento considerable en la cantidad de residuos sólidos urbanos producidos, lo que se refleja en el total, pues en 1997 ascendía a 18,389, 458 t. en tanto en 2010 esta fue de 30,783,529 t, es decir, en 13 años se incrementó la producción de residuos sólidos urbanos en 67.40% para las 118 ciudades que conformaron el estudio.

### **Cuadro 2. Generación de residuos sólidos urbanos promedio por habitante**

<b>1997</b>	<b>0.98 kg/hab/día</b>
<b>2000</b>	1.03 kg/hab/día
<b>2005</b>	1.13 kg/hab/día
<b>2010</b>	1.25 kg/hab/día

Fuente: *Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*. Instituto Nacional de Ecología.

El cuadro No. 2 muestra la cantidad de residuos sólidos urbanos producidos en promedio por los habitantes de las 5 regiones comprendidas dentro del estudio, lo cual nos da una aproximación de la cantidad de residuos que se producen en México.

En 1997 se producía en promedio 0.98 kg por habitante al día, es decir, 357.7 kg al año, mientras que en 2010 esta cifra aumento a 1.25 kg diarios por habitante, 456.25 kilogramos al año.

**Cuadro 3. Generación de residuos sólidos urbanos promedio por habitante al día (kg/hab/día)**

<b>Región</b>	<b>1997</b> <b>(kg/hab/día)</b>	<b>2000</b> <b>(kg/hab/día)</b>	<b>2005</b> <b>(kg/hab/día)</b>	<b>2010</b> <b>(kg/hab/día)</b>
<b>Frontera</b>	0.92	0.96	1.05	1.16
<b>Norte</b>	0.85	0.94	1.03	1.12
<b>Centro</b>	0.95	1.15	1.27	1.40
<b>Occidente</b>	0.86	0.91	1.00	1.10
<b>Sur</b>	0.89	0.98	1.07	1.16

Fuente: *Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*. Instituto Nacional de Ecología

Cuando se analiza la generación promedio por habitante diaria en las 5 regiones, nuevamente se ve que la región Centro es la que más cantidad de residuos sólidos urbanos produce, estamos hablando que en 1997 un habitante del centro producía 346.75 kg de residuos al año, en tanto hacia el año 2010 su producción se incremento en un 47.37% llegando a producir 511 kilogramos anuales, 164.25 kg más por habitante que en 1997.

La región que menos cantidad de residuos sólidos urbanos producía al día por habitante en 1997 era el Norte, con 0.85 kg, en tanto, en 2010 la fue la región occidente la que menor cantidad de residuos sólidos urbanos produjo al día por habitante, 1.10 kg.

## **La urgencia en el tratamiento y la gestión de los residuos sólidos urbanos para el Distrito Federal.**

Dentro del marco jurídico en materia de medio ambiente, el artículo 11 de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, establece las disposiciones de la Política Ambiental para la Gestión Integral de los Residuos, bajo los criterios de reducción de la generación de residuos sólidos, separación en fuente, reincorporación al ciclo productivo de materiales reutilizables o reciclables, empleo de infraestructura para su adecuado manejo.

La Agenda Ambiental de la Ciudad de México circunscrito al Programa de Medio Ambiente 2007-2012, integra políticas públicas en materia ambiental, cuyos objetivos, acorde a el Plan Verde de la Ciudad de México y al Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012, son la instrumentación de un sistema integral en el manejo de residuos sólidos, que conlleven a la instrumentación de programas y estrategias eficientes, para la minimización y aprovechamiento de residuos, mediante la separación, el desarrollo de mercados de reciclaje, la regulación ecológica, la comunicación y capacitación ambiental, así como el libre acceso a la información, que permitan la conservación y protección del medioambiente, para alcanzar un desarrollo sostenible.

El Distrito Federal (DF), se encuentra ubicado en la zona centro, la cual además de concentrar a la mayor parte de la población y de actividad económica, es también la principal región generadora de residuos sólidos urbanos, pues aquí se concentra el 62% de la producción diaria de del país, y tan sólo el DF, por sí mismo, contribuye con el 14% del los residuos sólidos urbanos que se producen diariamente en el país (Lara V. Araceli, *et al.*, 2000)

Estamos hablando que el DF con sus 8,851,080 (INEGI, 2010) de habitantes, produce diariamente 12,589 t de residuos sólidos urbanos (Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal, 2010) , lo que representa 1.42 kg por habitante al día, 0. 17 kg por encima del promedio nacional, el cual es de 1.25 kg al día (Instituto Nacional de ecología, 2000)

El cuadro No, 4 muestra la generación diaria per cápita de residuos sólidos, de las 16 delegaciones que conforman el Distrito Federal.

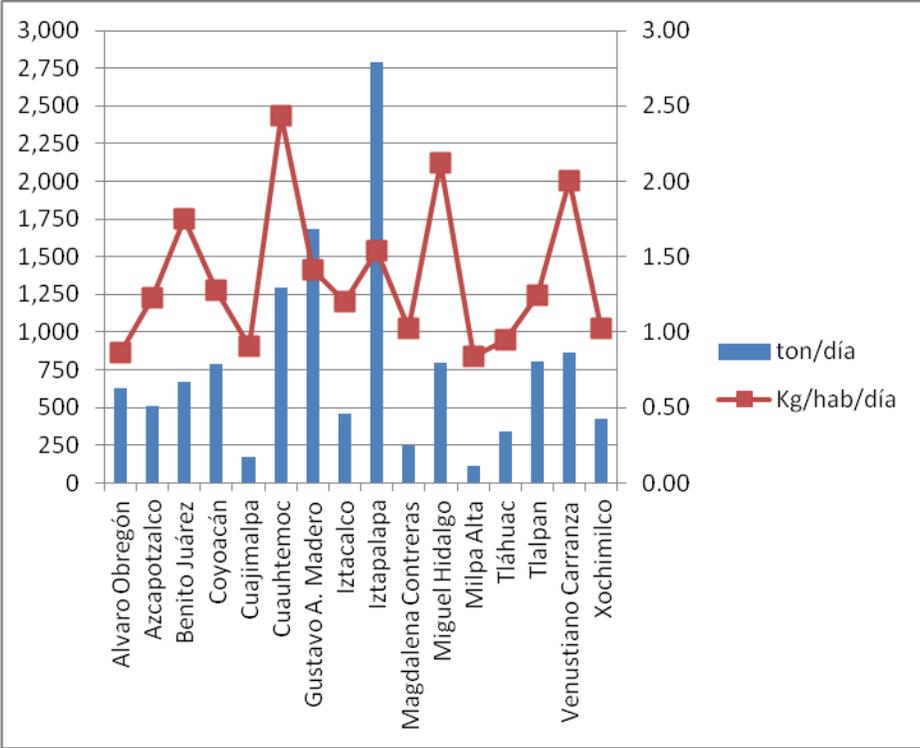
**Cuadro 4. Generación de residuos sólidos por Delegación**

<b>Delegación</b>	<b>Ton/día</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Kg/hab/día</b>
<b>Álvaro Obregón</b>	628	727,034	0.86
<b>Azcapotzalco</b>	508	414,711	1.22
<b>Benito Juárez</b>	674	385,439	1.75
<b>Coyoacán</b>	791	620,416	1.27
<b>Cuajimalpa</b>	169	186,391	0.91
<b>Cuauhtémoc</b>	1,296	531,831	2.44
<b>Gustavo A. Madero</b>	1,680	1,185,772	1.42
<b>Iztacalco</b>	461	384,326	1.20
<b>Iztapalapa</b>	2,793	1,815,786	1.54
<b>Magdalena Contreras</b>	245	239,086	1.02
<b>Miguel Hidalgo</b>	793	372,889	2.13
<b>Milpa Alta</b>	110	130,582	0.84
<b>Tláhuac</b>	341	360,265	0.95
<b>Tlalpan</b>	809	650,567	1.24
<b>Venustiano Carranza</b>	865	430,978	2.01
<b>Xochimilco</b>	426	415,007	1.03
<b>Total DF</b>	<b>12,589</b>	<b>8,851,080</b>	<b>1.42</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010

Como se puede observar, es la delegación Cuauhtémoc la que genera más cantidad de residuos sólidos al día, 2.44 kg per cápita, 1.01 kg por encima de la media del Distrito Federal, la cual es de 1.42 kg diarios por habitante. En una situación similar se encuentran las delegaciones: Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Benito Juárez e Iztapalapa, las cuales superan en 0.70, 0.58, 0.33 y 0.12 kg/hab/día respectivamente el promedio de producción diaria per cápita de residuos sólidos urbanos del Distrito Federal.

**Gráfico 2. Generación de residuos sólidos por delegación**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010 e INEGI, Censos de población y vivienda 2010

En el gráfico 2 se muestra la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos que se producen diariamente en cada una de las 16 delegaciones del Distrito Federal. Las delegaciones que más toneladas de residuos sólidos urbanos producen al día son: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Tlalpan con 2,793 t; 1,680 t; 1,296 t; 865 t y 809 t respectivamente

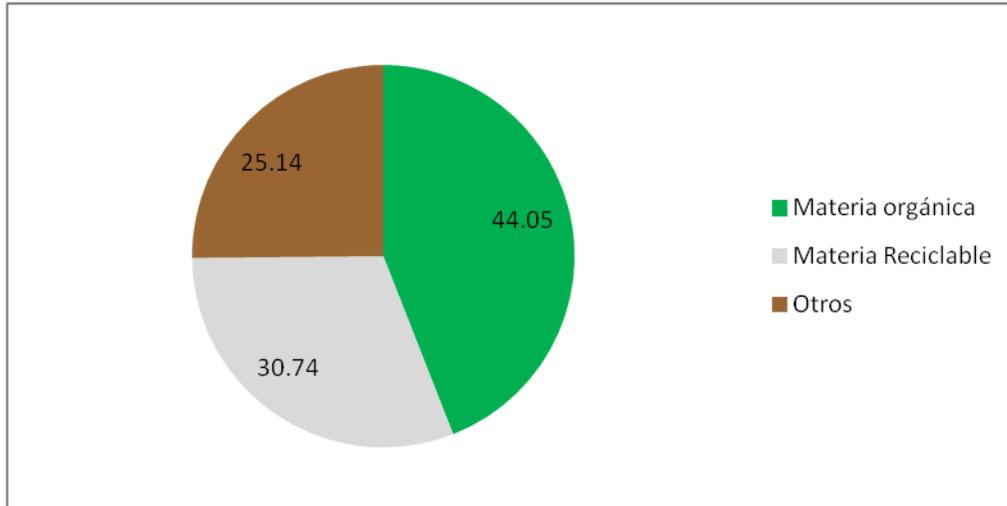
En el caso de la producción diaria per cápita, las 5 delegaciones que más residuos sólidos urbanos producen son Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Benito Juárez e Iztapalapa con 2.44, 2.13, 2.01, 1.75 y 1.54 kg/hab/día respectivamente.

Si bien es cierto que existe una relación entre población y generación de residuos, las delegaciones que concentran mayor número de habitantes no son precisamente las que más cantidad de residuos producen, como lo es el caso de las delegaciones Miguel Hidalgo y Benito Juárez, que, aunque no se encuentran dentro de las más pobladas ni de las principales productoras de residuos sólidos urbanos al día, si se encuentran entre las principales generadoras de residuos sólidos urbanos per cápita diarios.

La urgencia de llevar a cabo una política en el tratamiento y la gestión de residuos sólidos urbanos radica en la insuficiente capacidad que se tiene en el manejo de los mismos, pues de las 12, 589 toneladas que se producen diariamente en el DF, 12,020 t son confinadas a los rellenos sanitarios sin recibir un tratamiento previo, es decir, el 95.48% es conducida directamente a disposición final, a pesar de que existe potencial para su aprovechamiento, ya sea mediante el reciclado de ciertos materiales, la producción de abono orgánico o la generación de energía por biogás.

El gráfico No. 3 no muestra la composición de los residuos sólidos urbanos en tres grandes categorías: la materia orgánica, la materia reciclable y otros. Es de fundamental importancia hacer esta distinción, ya que de las 12, 589 toneladas diarias que se producen, 5, 545.45 ton (44.05%) son de materia orgánica, 3,869.86 ton (30.74%) es material recuperable y solamente 3,173.69 ton (25.14%) serían las que se necesitarían enviar a los rellenos sanitarios en lugar de las 12,020 toneladas (95.48%) que se envía actualmente.

**Gráfico 3. Composición física de los residuos sólidos en el DF**



Fuente: Elaboración propia con base al Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010.

Nota: En materia orgánica se incluyen los residuos de alimentos y jardinería; en reciclable se incluyó: la categoría de plástico, papel y cartón, vidrio, metales.

El cuadro No.5 muestra la generación de residuos sólidos urbanos por sectores. Es de notarse que son los residuos domiciliarios los que se produce en mayor cuantía, ya que representan el 47% (5,917 t.) de las 12,589 que se genera el DF al día.

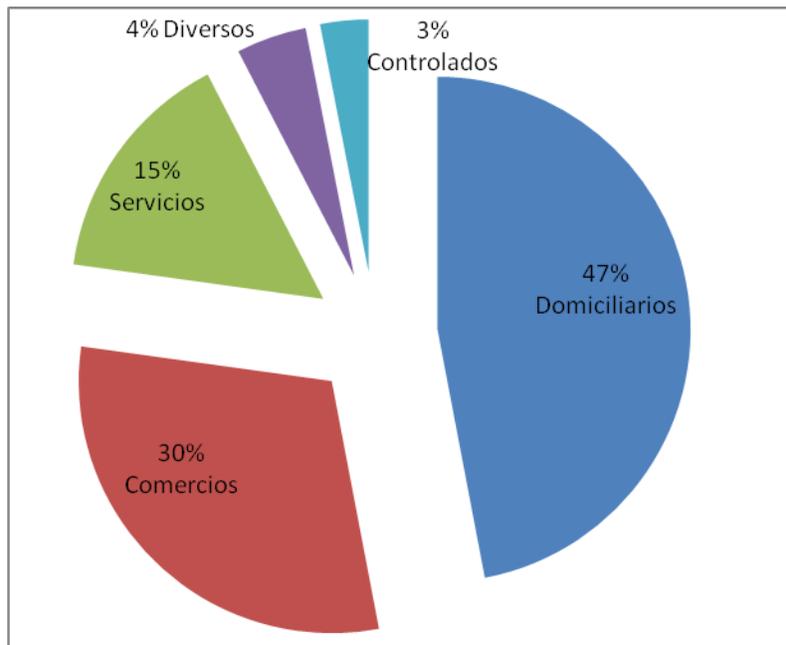
Los comercios y los servicios son la segunda y tercera fuente de generación de residuos sólidos urbanos, con una producción diaria de 3,801t. y 1,917 t al día respectivamente. En su conjunto, estos tres sectores producen el 92% del total de los residuos sólidos urbanos que se producen diariamente en el DF

**Cuadro 5. Generación de residuos sólidos por origen**

Fuente	Ton/día	Participación
Domiciliarios	5,917	47%
Comercios	3,801	30%
Servicios	1,917	15%
Diversos	566	4%
Controlados	388	3%
<b>Total</b>	<b>12,589</b>	<b>100%</b>

Fuente: Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010

**Gráfico 4. Generación de residuos sólidos por fuente**

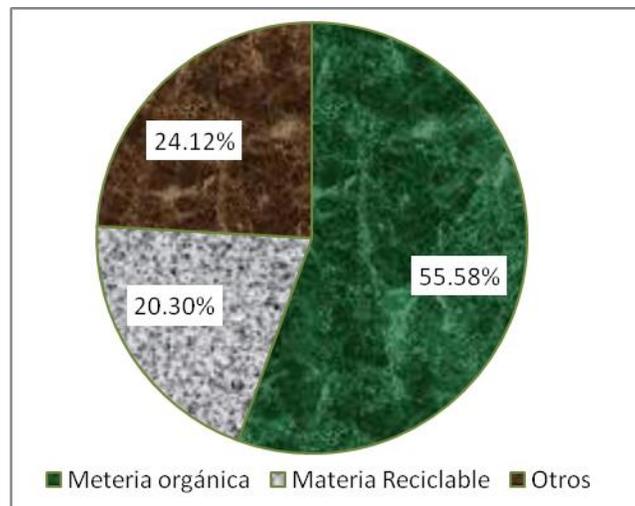


Fuente: Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010.

Siendo los residuos domiciliarios la principal fuente de generación en el DF, es importante destacar la composición física de los mismos y hacer una distinción entre materia que sería sujeta de aprovechamiento (materia reciclable), la materia orgánica y los otros materiales que por su composición no son sujetos de aprovechamiento alguno (otros).

De las 5916.83 t. que se producen diariamente en los domicilios, el 55.58% es materia orgánica, 20.3% es materia reciclable y el 24.12% es de otros materiales. (ver gráfico 5). Estamos hablando de que si se pudiese reciclar el 20.3% de la materia aprovechable, se estarían recuperando 1,201.2 t. diarias solamente de los domicilios, si extendemos este porcentaje a la composición general de los residuos (ver cuadro 5 y gráfico 3), se estaría recuperando 3,869.86 t. de materiales reciclables, 5,545.45 t de materia orgánica, es decir el 74.79 % de las 12,589 es sujeta de aprovechamiento.

**Gráfico 5. Composición física de los residuos domiciliarios**



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente.

El cuadro No. 6 muestra la composición física porcentual de los residuos sólidos urbanos para el DF agregados en 10 grandes categorías, de las cuales, los plásticos, el papel y cartón, el vidrio y los metales, son los principales productos que reciclan

**Cuadro 6. Composición física porcentual de los 10 principales Residuos sólidos en el DF**

<b>No</b>	<b>Material</b>	<b>Promedio (%)</b>
<b>1</b>	Orgánico	44.05
<b>2</b>	Plástico	13.21
<b>3</b>	Papel y cartón	12.27
<b>4</b>	Textil	2.94
<b>5</b>	Vidrio	2.91
<b>6</b>	Metales	2.42
<b>7</b>	Madera	1.95
<b>8</b>	Material Construcción	1.75
<b>9</b>	Cuero y Hueso	1.03
<b>10</b>	Otros	17.47
	<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010

Nota: La categoría de orgánico incluye los residuos de alimentos y jardinería; en plásticos se contemplaron: PET, HDPE-PEAD, PVC, LDPE-PEBD, PP, PS; papel y cartón incluyen: cartón liso, cartón corrugado, otros cartones, envase de cartón tetrapak, papel bond, periódico, revistas; vidrio incluye: fibra de vidrio, vidrio de color y vidrio transparente; en Metales se incluyeron: material ferroso, aluminio, cobre, bronce, acero inoxidable, electrónicos, lata de aluminio, lata metálica.

*Oportunidad de generación de empleo en el tratamiento y gestión de los residuos sólidos urbanos en el Distrito Federal*

El problema de la basura en el Distrito Federal se acentuó con el cierre de la cuarta etapa del relleno sanitario Bordo Poniente. Este hecho puso de relieve la urgencia de una política para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, pues existe un nulo tratamiento de los mismos, ya que de las 12,589 toneladas que se producen diariamente, solamente son procesadas 4,471 t en las tres plantas de tratamiento con las que cuenta el gobierno del DF.

El cuadro No. 7 se muestra el funcionamiento de las tres plantas de selección, las cuales se encuentran ubicadas en Santa Catarina, San Juan de Aragón y Bordo Poniente. Diariamente estas 3 plantas procesan en su conjunto 4,741t. de residuos, de las cuales el 51.13% del volumen tratado (2,424 t) proviene del Estado de México y particulares, el 38.54% (1,827 t) de las Estaciones de transferencia y el 2.11% es transferido directamente de las delegaciones.

**Cuadro 7. Operación de las plantas de selección del Distrito Federal**

<b>Entrada de residuos</b>	<b>Bordo Poniente (ton/día)</b>	<b>San Juan Aragón (ton/día)</b>	<b>Santa Catarina (ton/día)</b>	<b>Total (ton/día)</b>
<b>Estaciones de Transferencia</b>	698	356	773	1,827
<b>Recolectores GAM</b>				390
<b>Transferencia de las Delegaciones</b>				100
<b>Estado de México y particulares</b>				2,424
<b>Total que se reciben</b>				<b>4,741</b>
<b>Depósito en Relleno sanitario</b>	1,499	1,323	1,445	4,267
<b>Recuperación de subproductos</b>	10%	10%	10%	474

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010.

Como se puede observar, la planta de Santa Catarina es la que recibe diariamente la mayor cantidad de residuos proveniente de las 13 estaciones de transferencia con las que cuenta el gobierno del DF, seguida del Bordo Poniente y San Juan de Aragón.

A pesar de que las cantidades de recepción son distintas en cada una de éstas plantas de selección, su porcentaje de recuperación es muy parecido, oscila entre el 10 y 11%. En total, estas 3 plantas recuperan al día 471 t., que, en comparación con las 12,589 t. que produce el DF al día, vendría representando el 3.76% .

En el cuadro No.8 se muestra la cantidad de toneladas al año que atiende cada planta de selección y la capacidad que cuentan para ello.

**Cuadro 8. Capacidad de las plantas de selección del Distrito Federal**

<b>Planta de selección</b>	<b>Ingreso (ton/año)</b>	<b>Capacidad instalada (ton/año)</b>	<b>Capacidad utilizada (ton/año)</b>	<b>Capacidad disponible (ton/año)</b>
<b>Santa Catarina</b>	636,635	912,500	69.77%	30.23%
<b>Bordo Poniente</b>	609,339	730,000	83.47%	16.53%
<b>San Juan de Aragón</b>	484,500	730,000	66.37%	33.63%
<b>Total</b>	1,730,474	2,372,500	72.94%	27.06%

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2010 y Secretaría de Obras y Servicios, 2008

Como se muestra, estas tres plantas cuentan con capacidad disponible para la recepción de una mayor cantidad de residuos, ya que trabajan con una media de aprovechamiento del 72.94%, de la capacidad instalada con la que cuentan.

San Juan de Aragón es la tiene una mayor capacidad disponible (33.63%), seguida de Santa Catarina (30.23%) y Bordo Poniente (16.53%). Pero aún utilizando el 100% de la capacidad instalada con la que cuentan las 3 plantas (2,372,500 t/año), haría falta instalar otras tantas con una capacidad de 2,222,485 t/año, para atender las 4,594,985 t. que produce anualmente el DF.

El cuadro No. 9 muestra la forma en la que operan las plantas de selección de Bordo Poniente, San Juan de Aragón y Santa Catarina.

**Cuadro 9. Plantas de selección en el Distrito Federal**

	<b>Bordo Poniente</b>	<b>San Juan de Aragón</b>	<b>Santa Catarina</b>
<b>Inicio de operaciones</b>	Julio de 1994	Julio de 1994	Marzo de 1996
<b>Área del sitio</b>	9,500 m <sup>2</sup>	8,000 m <sup>2</sup>	5,600 m <sup>2</sup>
<b>Duración</b>	15 años	15 años	15 años
<b>Sistema de pesaje (capacidad ton)</b>	Básculas	Básculas	Número de vehículos que descargan
<b>Capacidad de procesamiento</b>	2,000 ton/día	2,000 ton/día	1,500 ton/día
<b>No. de líneas de selección</b>	4 líneas	4 líneas	3 líneas
<b>Capacidad por línea</b>	500 ton/ día	500 ton/ día	500 ton/ día
<b>Horas de trabajo</b>	24 hrs. en 3 turnos Lunes- viernes	24 hrs. en 3 turnos Lunes- sábado	24 hrs. en 3 turnos Lunes- viernes
<b>No. De Trabajadores</b>	400 personas	500 personas	400 personas
<b>Organización laboral</b>	“Frente Único de Trabajadores A.C.”	“Asociación de Selectores de Desechos Sólidos de la Metrópoli , A.C”	“Unión de Pепенadores del Distrito Federal Rafael Gutiérrez Moreno, A.C”
<b>Trabajadores para selección</b>	42 personas por línea	42 personas por línea	62 personas por línea
<b>Materiales de recuperación</b>	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, ropa, llantas, hojalata , colchones	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, ropa, llantas, hojalata , colchones	Papel, cartón, plástico, vidrio, lamina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, ropa, llantas, hojalata , colchones

Fuente: Jica/1999

Las plantas de selección operan actualmente con una capacidad de procesamiento entre 2,000 (Bordo Poniente y San Juan de Aragón) y 15000(Santa Catarina) toneladas diarias, las cuales son manejadas por 400 o 500 personas de alguna de las tres organizaciones laborales que se encargan de llevar a cabo las tareas de recuperación de materiales.

Santa Catarina, es la más nueva de las plantas de selección, inaugurada en 1996, cuenta con una capacidad de procesamiento de 1500 ton/día. Ingresan anualmente, 636,635 ton., de las cuales recupera el 11% de distintos materiales como: papel, cartón, plásticos, metales, etc. Esta planta es manejada por la Unión de Pепенadores del Distrito Federal Rafael Gutiérrez Moreno, A.C, que emplea alrededor de 400 personas, distribuidas en 3 turnos a lo largo de las 24 hrs en las que opera, de lunes a viernes. Cuenta con 3 líneas de selección, con 62 personas por línea y una capacidad de procesamiento de 500 ton. por línea. Fue construida con una vida útil de 15 años, aunque actualmente continúa laborando.

La planta de San Juan de Aragón entró en operación en 1994. Cuenta con una capacidad de procesamiento de 2,000 ton. diarias y 4 líneas de selección con 42 personas trabajando por línea. Opera las 24 hrs del día de lunes a sábado, empleando 500 personas, distribuida en tres turnos. Esta planta es controlada por la Asociación de Selectores de Desechos Sólidos de la Metrópoli, A.C. también fue pensada para una vida útil de 15 años aunque continúa en operación.

La planta de Bordo Poniente es la más grande en extensión, se encuentra ubicada en un sitio de 9,500 m<sup>2</sup>, ingresa anualmente 609,339 ton al año aunque cuenta con una capacidad para procesar 2,000 ton diarias. En las 4 líneas de selección que tiene, se emplean alrededor de 42 personas en cada una de ellas, aunque en total trabajan allí 400 personas distribuidas en los tres turnos, las 24 hrs del día de lunes a viernes. Esta planta es operada por el Frente Único de Trabajadores A.C.

*Generación de empleo en la separación y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.*

El artículo 2 de la Ley de Planeación para el Desarrollo del Distrito Federal, en su fracción III establece el fomento del desarrollo social y económico, encaminado a la satisfacción de las necesidades básicas de la población, con el objeto de elevar su nivel de vida, incrementar el empleo y promover una justa distribución del ingreso y la riqueza.

Así mismo, en el Programa General de Desarrollo 2007-2012 del Distrito Federal, en el Eje 4 “Economía competitiva e incluyente”, el Gobierno del Distrito Federal reconoce la importancia estratégica que constituye el ámbito económico como medio para alcanzar un desarrollo sustentable, incluyente y equitativo, que mejore la distribución del ingreso y que promueva la actividad económica, por lo que, asume la responsabilidad de establecer bases sólidas que permitan el desarrollo y crecimiento económico, con una estrategia integral que favorezca a todos los sectores en sus actividades productivas, promoviendo la equidad, el empleo.

Bajo el amparo de estas disposiciones legales, y las que establecen las leyes en materia de medioambiente, Ley Ambiental del Distrito Federal, Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, La Agenda Ambiental de la Ciudad de México y el Plan Verde de la Ciudad de México, se fundamenta el siguiente proyecto que constituye una estrategia para la promoción y la generación de empleos, en el tratamiento y gestión de los residuos sólidos urbanos, que contribuyan a la promoción de los principios de desarrollo sustentable, y a la disminución de la pobreza urbana en el Distrito Federal.

Con el fin de hacer frente a uno de los principales problemas que aquejan al DF, el de la generación y tratamiento de los residuos sólidos, la propuesta se centra en una planta de selección y aprovechamiento de residuos, con una capacidad de procesamiento de 2,000 t al día, la cual contribuirá de forma notable al problema de los residuos, ya que es en el paso de la recolección a la disposición final en los rellenos sanitarios, donde imperan las mayores deficiencias en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

El cuadro No. 10 muestra la cantidad de materiales que serían susceptibles de aprovechamiento para una planta de selección con capacidad de procesamiento de 2,000 t. al día.

**Cuadro 10. Recuperación de Materiales por tipo de producto en una Planta de Selección con capacidad de 2,000 ton/día.**

<b>No.</b>	<b>Material</b>	<b>Composición promedio (%)</b>	<b>Ton/día</b>
	<b>Plástico</b>		
<b>1</b>	LDPE-PEBD (Polietileno de baja densidad)	5.44	108.80
<b>2</b>	HDPE-PEAD(Polietileno de alta densidad)	2.92	58.40
<b>3</b>	PET(Polietilen- tereftalato)	2.80	56.00
<b>4</b>	Ps (Poliestireno)	0.98	19.60
<b>5</b>	Pp (Polipropileno)	0.92	18.40
<b>6</b>	PVC (ploricloruro de vinilo)	0.15	3.00
	<b>Papel y Cartón</b>		
<b>7</b>	Cartón liso	3.09	61.80
<b>8</b>	Cartón corrugado	2.77	55.40
<b>9</b>	Papel bond	2.09	41.80
<b>10</b>	Periódico	1.68	33.60
<b>11</b>	Envase de cartón tetrapak	1.51	30.20
<b>12</b>	Revista	0.63	12.60
<b>13</b>	Otros cartones	0.50	10.00
	<b>Vidrio</b>		
<b>14</b>	Vidrio Transparente	1.74	34.80
<b>15</b>	Vidrio de color	0.74	14.80

<b>16</b>	Fibra de vidrio	0.43	8.60
<b>17</b>	<b>Metales</b> Lata metálica	1.46	29.20
<b>18</b>	Material ferroso	0.37	7.40
<b>19</b>	Lata de aluminio	0.27	5.40
<b>20</b>	Electrónicos	0.11	2.20
<b>21</b>	Aluminio	0.07	1.40
<b>22</b>	Bronce	0.03	0.60
<b>23</b>	Cobre	0.02	0.40
<b>24</b>	Acero inoxidable	0.02	0.40
	<b>Total</b>	<b>30.74</b>	<b>614.8</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la Secretaria de Obras y Servicios, 2008

Como se puede ver en el cuadro No.10, se encuentra enlistado la composición promedio de los 24 principales materiales aprovechables, así como el potencial de recuperación de los mismos para una planta de selección con capacidad de procesamiento de 2,000 t. al día.

La composición física de éstos distintos residuos arroja, que diariamente ésta planta podría estar recuperando 614.8 t. sin contar otros materiales que también se podrían recuperar como los textiles, la materia orgánica, así como otros residuos con un importante contenido calórico.

**Cuadro 11. Proyecto para una planta de selección con capacidad de procesamiento de 2,000 t./día**

	<b>Proyecto de planta de selección</b>
<b>Área del sitio</b>	8,000 a 9,500 m <sup>2</sup>
<b>Sistema de pesaje (capacidad ton)</b>	Báscula camionera capacidad 50 t.
<b>Capacidad de procesamiento</b>	2,000 ton/día
<b>No. de líneas de selección</b>	4 líneas
<b>Capacidad por línea</b>	500 ton/ día
<b>Horas de trabajo</b>	24 hrs. en 4 turnos de 6 hr c/u De Lunes a domingo
<b>No. De Trabajadores</b>	1,060 personas
<b>Puestos de trabajo</b>	Personal de selección Operador de prensa hidráulica Operador de montacargas Operador de maquinaria Alimentador de bandas Descargador de camión Director de la planta
<b>Materiales de recuperación</b>	Papel, cartón, plástico, vidrio, metales.

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto se centraría en la recuperación de papel y cartón, plásticos, vidrio y metales, con lo que se reduciría de forma considerable el tonelaje que es enviado directamente a los rellenos sanitarios. Se tiene planeado que la planta procese a lo largo de las 24 horas de su funcionamiento 2,000 t., un equivalente de 83 t por hora. Para esto, se estarían empleando aproximadamente 1,060, que se encargarían de las labores de selección así como de la recuperación de materiales.

Esta planta se contempla con 4 líneas de selección, en las cuales estarán laborando aproximadamente 52 personas por banda por cada turno; las demás personas serán las encargadas de las otras labores que implica la recuperación.

**Cuadro 12. Costo de los requerimientos técnicos planta de selección**

<b>Producto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Empresa</b>
Banda Transportadora-elevadora no metálica Para PHC 48-40 PET-AD:	2	\$132,000.00 pesos MN (+IVA)	\$264,000 pesos MN (+IVA)	Montequipo S. A de C. V
Banda Transportadora de selección 3 capas de 3/16 x 1/16	259 m	\$1,008.00 pesos MN (+IVA)	\$260,128.512 pesos MN (+IVA)	Interbandas
Transportador horizontal de 40" x 50 m. de longitud	4	\$ 1,518,156.20 pesos MN (+IVA)	\$6,072,624.8 pesos MN (+IVA)	Tecnibandas
Transportador inclinado a 35° de 48" x 45 m. de longitud	1	\$2,042,518.80 pesos MN (+IVA)	\$2,042,518.80 pesos MN (+IVA)	Tecnibandas
Trómel con criba y desgarradora de bolsas	3	\$250,560.00 Euros (IVA incluido)	\$751,680.00 Euros (IVA incluido)	Dipsa, S.A
Prensa compactadora para plástico y similares. PHC- 48 x 40 PET-AD	4	\$ 1,932,000.00 pesos MN (+IVA)	\$7,728,000.00 pesos MN (+IVA)	Montequipo S. A de C. V
Báscula electrónica de registro. Modelo BCW-50	1	\$188,500.00 pesos MN	\$188,500 pesos MN	Básculas y Maquinaria para el Agro
Montacargas Marca KOMATSU FG80T 16 de combustión a gasolina o gas	2	\$38,282.00 dólares	\$76,564 dólares	Montacargas, Servicio y Refacciones, S.A de C.V
Molino de vidrio Modelo 12x 12	1	\$175,000.00 pesos MN (+IVA).	\$175,000.00 pesos MN (+IVA).	Construcción de Maquinaria y Equipo S.A
Chaleco de seguridad	Depende del No. De personal empleado	\$31.00 pesos		SIHPAC S.A. DE C.V.
Cascos de seguridad JYRSA	Depende del No. De personal empleado	\$32.40 pesos		SIHPAC S.A. DE C.V.
Guante de PVC de 2 capas de 45 cm	Depende del No. De personal empleado	\$44.00 pesos		

El cuadro No. 12 muestra los principales requerimientos técnicos y los costos asociados a ellos, que implica la instalación de la planta de selección. Falta considerar los costos relativos al terreno, la obra civil y de ingeniería, la instalación del equipo y demás costos que se generen, asociados a la actividad de la planta.

### **Justificación de la rentabilidad.**

Existen una serie de beneficios que se derivan del tratamiento y la gestión de los residuos sólidos urbanos dentro de los cuales destacan:

- Al tratar los residuos sólidos urbanos de una forma adecuada, y tener un mejor control de los mismos, se reduce el volumen que es conducido a los rellenos sanitarios con lo que se alarga la vida útil de éstos.
- Al separarse los residuos de forma adecuada, se evita la aceleración del proceso de degradación anaerobia, con lo que se reduciría la formación de metano y su liberación al ambiente, el cual es uno de los componentes del GEI.
- Se estarían recuperando alrededor de 614.8 t. diarias de diversos materiales, los cuales se pondrían a la venta para su reutilización por parte de la industria.
- Constituiría una importante fuente de empleo.
- Se podrían aprovechar otros subproductos para la generación de energía eléctrica, como los residuos, los cuales son empleados por las cementeras como combustible, o la materia orgánica, de la cual se puede extraer biogás.