



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Estudio de generación y plan de manejo de
los residuos sólidos en un edificio de oficinas
privadas.

TESIS

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUÍMICO

Presenta:

Daniel Hernández Arratia



México DF

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado

Presidente:	M. en C. María Isabel Gracia Mora
Vocal:	Dr. Víctor Manuel Luna Pabello
Secretario:	Dra. María Neftalí Rojas Valencia
1er. Suplente	Dr. Alfonso Duran Moreno
2do. Suplente	Ing. León Carlos Coronado Mendoza

Tema desarrollado en: Instituto de Ingeniería, UNAM.

Asesor: Dra. María Neftalí Rojas Valencia

Sustentante: Daniel Hernández Arratia

Dedicatorias

A mis padres: porque con ejemplos de lucha como el suyo se puede lograr cualquier cosa; agradezco además, su paciencia y comprensión brindados a lo largo de la carrera.

A mi hermana: por su apoyo incondicional, sacrificio y cariño sin los cuales nada de esto sería posible.

A la Dra. Neftalí: por el apoyo incondicional otorgado en la realización de este trabajo, pero además, por compartir un poco de su experiencia y brindarme consejos invaluable; muchas gracias de todo corazón.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a cada uno de los profesores de la Facultad de Química: ejemplos de compromiso con el futuro de México, quienes a lo largo de la carrera cultivaron en mí, el deseo de aprender y lograr objetivos cada vez más grandes.

Índice

	Pág.
1. Introducción	2
2. Objetivo	5
3. Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el Distrito Federal	6
3.1. Recolección	7
3.2 Transferencia	8
3.3 Selección	9
3.4 Planta de composta	10
3.5 Disposición final	10
3.6 Bordo Poniente	11
3.7 Separación de residuos sólidos en edificios	12
3.7.1 Acciones realizadas en las delegaciones políticas	12
3.8 Situación del reciclaje en la Ciudad de México	13
3.8.1 PET	13
3.8.2 Pilas	17
3.8.3 Otros programas de acopio y reciclaje	18
3.9 Características económicas de los establecimientos dedicados al reciclado y reuso de materiales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México	18
4. Marco legal del Distrito Federal en el ámbito ambiental	19
4.1 Marco legal federal	20
4.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	20
4.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos	20
4.2 Marco legal local	21
4.2.1 Ley Ambiental del Distrito Federal	21
4.2.2 Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal	21
4.2.3 Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos	22
5. Metodología del estudio	23
5.1 Determinación de la generación de residuos municipales	24
5.2 Selección y cuantificación de subproductos de los residuos sólidos municipales	24
5.3 Muestreo de residuos sólidos municipales- Método de cuarteo	24
5.4 Cuestionario aplicado a los empleados	25
5.5 Materiales y equipo utilizados	26

6. Resultados y análisis de resultados	27
6.1 Resultados por piso	28
6.2 Resultados del cuestionario aplicado a los empleados	57
6.3 Análisis de resultados	61
6.4 Calculo de generación <i>per-cápita</i> en el edificio	64
6.5 Obtención del peso volumétrico <i>in-situ</i>	65
6.6 Comparación del estudio de generación realizado con otro reportado en 1999	75
6.7 Comparación de la generación de residuos sólidos de oficina en la Ciudad de México con otras ciudades del mundo	76
7. Plan de manejo	77
7.1 Definición y fundamento legal de un plan de manejo	78
7.1.1 Objetivos de un plan de manejo	79
7.1.2 Contenido de un plan de manejo	80
7.2 Metodología del plan de manejo	81
7.3 Papel	81
7.4 Plásticos	86
7.5 Materia orgánica	85
7.6 Unicel	92
7.7 Cartón	96
7.8 Necesidad de espacio de almacenaje “in-situ” para los residuos reciclables	98
8. Conclusiones	100
8.1 Recomendaciones	102
Bibliografía	103

Índice de figuras

	Pág.
3.1.Vehículos recolectores del servicio de limpia en el DF	7
3.2 Número de edificios públicos con programa de separación	13
3.3 Diagrama de flujo de la producción de PET	14
3.4 Columnas informativas para deposito de pilas	17
6.0 Distribución de papel por tipo en el piso 15 en kg.	28
6.1 Distribución del plástico en el piso 15 en kg.	29
6.2 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 15.	29
6.3 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 15.	30
6.4 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 15.	30
6.5 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 15.	31
6.6 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 15.	31
6.7 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) para el piso 9.	32
6.8 Distribución de papel por tipo (kg) en el piso 9.	32
6.9 Distribución del plástico por tipo (kg) en el piso 9.	33
6.10 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 9	33
6.11 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 9.	34
6.12 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 9	34
6.13 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 9.	35
6.14 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 9.	35
6.15 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 8.	36
6.16 Distribución del papel por tipo (kg) por tipo en el piso 8.	36
6.17 Distribución de plástico por tipo (kg) en el piso 8.	37
6.18 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 8.	37
6.19 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 8	38
6.20 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 8	38
6.21 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 8	39
6.22 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 8.	39
6.23 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 7	40
6.24 Distribución de papel por tipo (kg) para el piso 7	40
6.25 Distribución de plástico por tipo (kg) en el piso 7.	41
6.26 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 7	41
6.27 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 7	42
6.28 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 7	42
6.29 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 7	43
6.30 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 6	43
6.31 Distribución de papel por tipo (kg) en el piso 6.	44
6.32 Distribución de plástico por tipo (kg) en el piso 6	44
6.33 Producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 6.	45
6.34 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 6.	45
6.35 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 6.	46
6.36 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 6	46
6.37 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 5	47
6.38 Distribución de papel por tipo (kg) en el piso 5.	47
6.39 Distribución de plástico por tipo (kg) en el piso 5.	48
6.40 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 5.	48
6.41 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 5.	49
6.42 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 5	49
6.43 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 5	50
6.44 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 5	50
6.45 Porcentaje de producción de papel por piso	51
6.46 Producción de papel por piso en kg.	51
6.47 Porcentaje de producción de plástico por piso.	52
6.48 Producción de plástico por piso en kg.	52
6.49 Porcentaje de producción de cartón por piso	53
6.50 Producción de cartón por piso en kg	53
6.51 Porcentaje de producción de materia orgánica por piso	54
6.52 Producción de materia orgánica por piso en kg	54

6.53 Porcentaje de producción de residuos sólidos por piso	55
6.54 Producción de residuos sólidos por piso en kg.	55
6.55 Distribución de los totales de los residuos sólidos en Kg producidos en todos los pisos estudiados.	56
6.56 Muestra la distribución de las respuestas del cuestionario realizado	57
6.57 Muestra los resultados en porcentajes	58
6.58 Muestra los resultados de la pregunta 6	58
6.59 Muestra los resultados en porcentaje de la pregunta 7	59
6.60 Muestra los resultados de la pregunta 9	59
6.61 Muestra los resultados de la pregunta 16	60
6.62 Muestra los resultados de la pregunta 13	60
6.63. Muestra los resultados de la pregunta 17	61
6.64 Residuos mezclados	63
6.65 Programas internos de separación	63
6.66 Bote de plástico con capacidad de 125 L	65
6.67 Secuencia para obtener el Peso Volumétrico <i>In situ</i>	65
6.68 Contribución en espacio de los residuos anuales producidos en el edificio para el bordo poniente	68
6.69 Residuos de Unicel	69
6.70 Caja con botellas de PET y empaques encontrados en las bolsas de basura	70
6.71 Pesaje de papel blanco.	71
6.72 Contenedor con cartón listo para el pesaje	72
6.73 Cartón después de la separación	72
6.74 Pesaje de materia orgánica	73
6.75 Dos bolsas de papel higiénico junto a otros residuos.	74
6.76 Pesaje del papel higiénico	74

Índice de tablas

	Pág.
3. Residuos sólidos totales ingresados por estación de transferencia	8
3.1. Promedio anual de los residuos sólidos que ingresaron, recuperaron y egresaron en plantas de selección	9
3.2. Cantidad y destino de la composta producida	10
3.3. Promedio de ingreso mensual de residuos sólidos al relleno sanitario Bordo Poniente	11
3.4 Identificación de plásticos	16
3.5 Resumen de acopio de envases de PET en el Distrito Federal de 2002-2007.	16
3.6. Acopio de pilas enviadas a reciclaje en el Distrito Federal en el 2007	18
3.7. Acopio de aceite lubricante automotriz y envases vacíos	18
3.8. Reciclaje de envases de cartón laminado	18
6.0 Pisos con mayor producción de residuos sólidos a la semana en el edificio.	62
6.1 Situación actual del acopio de material reciclable en la empresa	62
6.2 Comparación entre los materiales separados y los desechados en la empresa	62
6.3 Comparación de producción de residuos sólidos en una oficina del DF	75
6.4 Comparación de la generación de residuos sólidos de oficina en tres países del continente americano	76
7.0 Datos de peso específico para residuo de tratamiento especial	79
7.1 Producción semanal de los residuos incluidos en el plan de manejo	81
7.2 Empresas recicladoras de papel en el DF y área metropolitana	85
7.3 Plásticos más comunes, usos y factibilidad de reciclaje	88
7.4 Empresas recicladoras de plástico en el DF y área metropolitana	89
7.5 Empresas recicladoras de cartón en el DF y área metropolitana	97
7.6 Necesidad de espacio in-situ para los materiales reciclables	99

Lista de abreviaturas

CIRE	Centro de Incineración y Recuperación de Energía
ECOCE	Ecología y Compromiso Empresarial
PET	Poli Etilen Tereftalato
PEAD	Poli etileno de Alta Densidad
PVC	Poli Cloruro de Vinilo
PEBD	Poli Etileno de Baja Densidad
PP	Poli Propileno
PS	Poli Estireno
PGIRS	Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos
EPS	Poli Estireno Expandido
CANACYP	Cámara Nacional de la Celulosa y Papel
SMA	Secretaría del Medio Ambiente

Resumen

En la presente tesis se analizó la generación de residuos sólidos de un edificio de oficinas administrativas de una empresa dedicada a la construcción con una fuerza laboral de 700 personas ubicada en la Ciudad de México. Es un edificio que por iniciativa gerencial cuenta con diversos sistemas de separación, pero como se observó, no tienen la eficiencia pretendida. Para conseguir el objetivo de este estudio se basó en diferentes normas mexicanas vigentes como la NOM-AA-061-1985 de determinación de residuos sólidos municipales, además se utilizó el método de cuarteo según la NOM-AA-15-1985 con los criterios de selección y cuantificación de la NOM-AA-22-1985, todo lo anterior con la finalidad de saber qué tipo de residuo y qué cantidad produce el edificio en un lapso representativo de tiempo. Se determinó que día de la semana se producen más residuos y en qué piso para enfocar los esfuerzos en su disminución. Además se aplicó un cuestionario a los empleados para determinar el grado de compromiso y la posibilidad de cambios en sus hábitos para la correcta disposición de sus residuos. Como segunda parte de este trabajo se desarrolló un plan de manejo para aquellos residuos que requieren una especial atención, ya sea por su cantidad o por su difícil manejo. Los resultados arrojaron una gran producción de residuos como papel, cartón, plásticos y materia orgánica, a su vez, se identificaron a los días martes, miércoles y jueves como aquellos con mayor producción de residuos. Por parte de los empleados existe poca o nula comunicación entre la dirigencia y ellos, pero expresan en su mayoría gran interés en los resultados del estudio y en el cambio de sus hábitos. Por último se analizó qué hacer con los residuos que más se producen en el edificio, obteniendo como mejor opción para el caso de cartón, papel y plástico el reciclaje. Para el caso de la materia orgánica, o su separación como lo estipula la Ley, o su aprovechamiento como fuente de composta para los jardines propios de la empresa. Por otro lado, el caso del Unicel presentó una mayor dificultad ya que no existe un mercado para el reciclaje de tales residuos en la Ciudad de México, por lo que se recomendó como la mejor opción la disminución en el consumo de productos a base de esta materia prima sustituyéndola con materiales alternativos menos agresivos para el medio ambiente.

Capítulo 1

Introducción

1. Introducción

El problema de la disposición de los residuos sólidos en la Ciudad de México es producto de una interacción de factores políticos, sociales y económicos. La Ciudad de México con sus más de 8.6 millones de personas ya no cuenta con el suficiente espacio para depositar sus residuos sólidos. En promedio en la Ciudad de México cada habitante genera 1.5 Kg de basura al día, lo que resulta en más de 12,500 toneladas de basura^[6].

De toda esta cantidad se recicla apenas el 7% en tres plantas de selección con una capacidad de 6500 Ton/día, estas plantas están ubicadas en el Noreste de la capital en, San Juan de Aragón, Bordo Poniente y en Santa Catarina, el resto es depositado en el Relleno Sanitario Bordo Poniente^[6].

Es importante comentar que en México no existe una cuantificación confiable de corrientes de residuos que son objeto de reciclaje, y esto se debe en gran medida a que la mayoría de las actividades de pepena se realiza por grupos informales y en condiciones muy precarias por falta de políticas e instrumentos de gestión.^[28]

Dentro de estas plantas de selección los materiales recuperados con mayor presencia son el plástico con un 46.4%, lo sigue el papel con 16.62%, lamina 7.64%, vidrio 6.38% y chatarra 6.29% entre otros. En el DF se cuentan con 13 estaciones de transferencia repartidas en las diferentes delegaciones^[14].

Por otro lado los edificios de oficinas son enormes consumidores de recursos como papel, cartón y plástico, por lo que su impacto en la generación de residuos sólidos es muy grande, se calcula que las oficinas públicas y privadas se encuentran en el sector de servicios que contribuyen con el 15% esto es unas 1875 Ton/día^[6] de la generación total en el DF. Si se toma en cuenta que la Ciudad de México tiene una gran cantidad de edificios de oficinas ubicados en el corredor Santa Fe- Reforma y centro de la ciudad y otros que están en proceso de construcción, se ve la necesidad de un programa de manejo de residuos sólidos generados en edificios de oficinas.

El presente trabajo se realizó a las oficinas administrativas de una empresa dedicada a la construcción, la cual ocupa los pisos 5, 6, 7, 8, 9 y 15 de un edificio corporativo, actualmente mantiene una fuerza laboral de 700 personas con un nivel de estudios que va desde educación media superior, superior y post licenciatura.

A la fecha no se cuenta con la metodología específica para determinar la generación de residuos urbanos en edificios de oficinas por lo cual, es necesario

implementar modificaciones a las normas ya existentes para poder realizar trabajos en este sentido.

Para amortiguar los efectos de dichos problemas se han implementado varios programas y leyes sobre la materia por parte del gobierno del Distrito Federal, entre los que destacan, la “Ley de residuos sólidos del DF” y la “Guía de prácticas ambientales para edificios públicos”.

La primera según el gobierno del Distrito Federal persigue entre otros los siguientes objetivos:

- ✓ Minimizar la generación y disposición final.
- ✓ Promover la separación en las fuentes y recolección separada de los residuos sólidos.
- ✓ Maximizar la valorización de los residuos y promover la responsabilidad compartida.
- ✓ Mejorar el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el D.F.
- ✓ Implantar planes de manejo para generadores de alto volumen y de residuos de manejo especial.

La segunda por otra parte fue creada con los objetivos de:

- ✓ Separar los residuos de los edificios públicos en orgánicos e inorgánicos.
- ✓ Disminuir los consumos de energía eléctrica, agua y artículos de oficina como lápices, plumas, hojas de papel y cartón.
- ✓ Fomentar la conciencia ambiental de los empleados.

Entre otros factores es preciso resaltar la vulnerabilidad de los planes y programas de gestión ante la rotación de los gobiernos municipales que tienden a desechar iniciativas de gobiernos anteriores.

Capítulo 2

Objetivos y Alcances

1. Objetivos y Alcances

Los objetivos generales del presente trabajo son:

Realizar un estudio de generación de residuos sólidos en el edificio de oficinas.

Proponer un programa de manejo para los residuos sólidos de mayor producción o peligrosidad según sea el caso.

Para logro de tal propósito se consideraron los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una investigación documental de la legislación vigente para la disposición de residuos sólidos en el D.F.
- Determinar la cantidad de residuos producidos a la semana en cada piso.
- Evaluar que residuo presenta mayor producción.
- Encontrar los días en que hay mayor producción de residuos.
- Determinar la generación *per capita* en el mismo.
- Aplicar una encuesta para determinar el grado de conciencia en los trabajadores y la posibilidad de cambio en sus hábitos de consumo.
- Llevar a cabo un análisis de resultados para emitir recomendaciones pertinentes de acuerdo a la normatividad mexicana aplicable.
- Elaborar un plan de manejo basado en la normatividad vigente.

El estudio estará basado en la norma NMX-AA-061-1985 determinación de residuos sólidos municipales, además se utilizará el método de cuarteo según la NOM-AA-15-1985 con los criterios de selección y cuantificación de la NOM-AA-22-1985, de acuerdo con los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos se emitirán las recomendaciones pertinentes.

El plan de manejo tiene entre otras metas la minimización en la generación de residuos de difícil control y reciclaje, o para aquellos que por su volumen causan problemas de espacio.

Capítulo 3

Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el Distrito Federal

3. Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el Distrito Federal

3.1 Recolección

En la Ciudad de México se generan diariamente alrededor de 12,500 toneladas de residuos sólidos, las cuales son recolectadas por medio de un parque vehicular integrado por 2 mil 90 unidades recolectoras, con distintas capacidades que van de los 0.5 hasta los 18 m³ dependiendo del tipo de contenedor que transporten o del tipo de vehículo y una plantilla de personal de más de 17 mil trabajadores de las 16 Delegaciones del Distrito Federal^[7].

Las Delegaciones tienen a su cargo la recolección de los residuos y su transporte fundamentalmente a las estaciones de transferencia y en menor medida a las plantas de selección o directamente a los sitios de disposición final. En la figura 3.1 se muestra el parque vehicular con que cuenta cada una de las delegaciones.

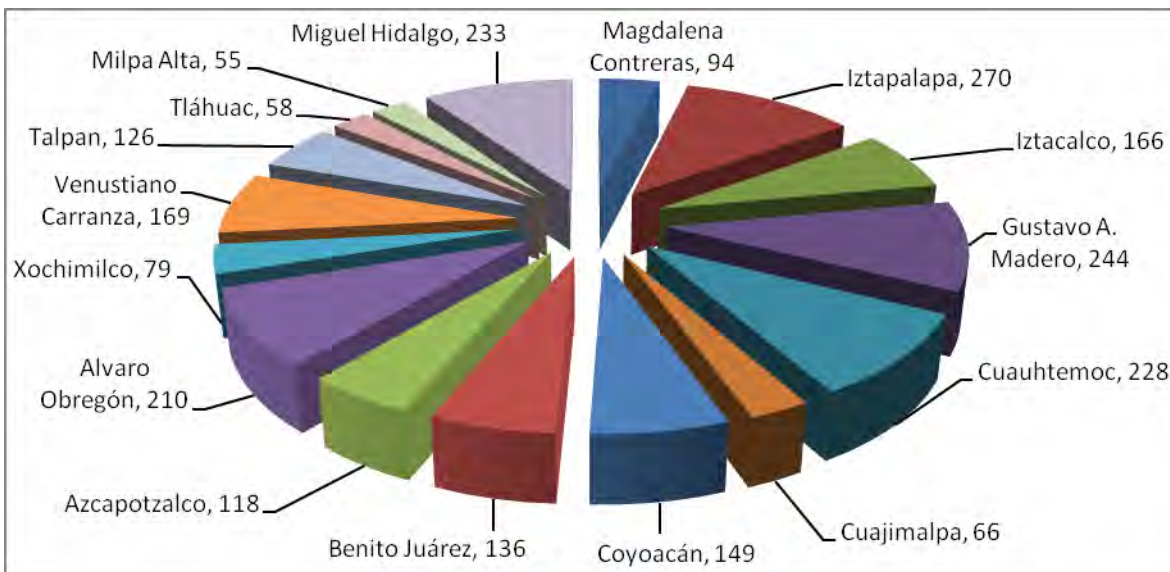


Figura 3.1. Vehículos recolectores del servicio de limpia en el DF

Fuente: Delegaciones políticas, 2007

Los métodos de recolección son variados, pero destacan el de esquina, el de acera y el de contenedores; para la recolección domiciliar se utiliza el método de parada fija en esquinas y aceras. Los contenedores usualmente aplicados para la recolección de centros de gran generación, como son hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales y escuelas; se ubican en una zona determinada como almacenamiento central y de fácil acceso para el vehículo recolector, en donde los usuarios han depositado sus residuos.

3.2 Transferencia

La Ciudad de México cuenta con trece estaciones de transferencia, que son instalaciones intermedias entre las diversas fuentes generadoras de residuos sólidos y las plantas de selección o el sitio de disposición final; su objetivo principal es incrementar la eficiencia del servicio de recolección, en la medida que los vehículos recolectores reducen los tiempos para la descarga de sus residuos, ya que en vez de trasladarse hasta las plantas de selección o los sitios de disposición final, recurren a la estación de transferencia ubicada en su demarcación o bien, a la más cercana a su ruta de trabajo, para descargar sus residuos en los tractocamiones que transportan un volumen equivalente a 4 ó 5 camiones recolectores, ya sea a las plantas de selección o al sitio de disposición final. Esta operación permite que los vehículos de recolección se incorporen nuevamente a sus rutas durante la jornada de trabajo.

El Gobierno del Distrito Federal adoptó la tecnología de estaciones de transferencia cerradas, con la finalidad de controlar los efectos ambientales adversos, tales como ruido, polvo, fauna nociva, microorganismos y malos olores; así como reducir el impacto y deterioro del entorno urbano a la estación de transferencia^[7]. La tabla 3 muestra el flujo de residuos a lo largo del año 2007 en las estaciones de transferencia.

Tabla 3. Residuos sólidos totales ingresados por estación de transferencia

Estaciones de transferencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total (ton/año)
Álvaro Obregón	30,043	28,913	33,704	31,583	34,523	34,242	37,999	39,826	35,089	38,193	33,974	36,692	414,781
Azcapotzalco	39,728	32,731	38,475	26,259	33,224	37,352	41,239	39,975	37,258	38,977	24,295	35,068	424,581
Central de Abasto	37,801	31,617	37,094	36,044	39,584	39,194	43,008	41,493	38,905	40,019	37,955	40,951	463,665
Coyoacán	36,747	33,466	38,225	40,952	42,515	42,207	45,412	47,130	44,956	44,150	43,135	45,840	504,735
Cuauhtémoc	29,140	25,562	29,093	27,527	27,967	26,842	29,132	27,412	27,441	27,540	26,076	28,913	332,645
Gustavo A. Madero	27,491	23,292	26,357	24,663	24,273	24,088	24,614	23,313	22,642	24,328	24,062	25,980	295,103
Iztapalapa	36,607	34,414	37,432	43,857	44,816	42,921	42,386	42,525	42,300	40,102	38,341	39,283	486,984
Milpa Alta	2,090	1,858	2,450	2,072	2,250	2,139	2,629	2,494	2,064	2,337	2,332	2,578	27,293
Miguel Hidalgo	17,515	16,556	17,368	10,200	16,054	17,029	18,219	17,868	14,912	16,319	13,870	28,744	204,654
Tlapan	12,766	10,917	12,259	7,888	13,177	13,466	14,484	14,414	13,422	13,957	18,083	13,367	158,200
Venustiano Carranza	21,082	18,984	20,051	24,999	23,943	20,432	21,805	21,195	22,666	20,609	20,437	23,220	259,423
Xochimilco	14,348	12,837	13,772	13,626	14,317	14,158	15,757	15,725	16,165	14,095	13,055	14,592	172,447
Benito Juárez	22,190	19,780	15,160	15,680	17,860	15,980	15,160	13,700	12,480	13,980	15,320	14,760	192,050
Total (ton/mes)	329,548	290,927	321,440	305,350	334,503	330,050	351,844	347,070	330,300	334,606	310,935	349,988	3'936,561

3.3 Selección

El Distrito Federal cuenta actualmente con tres plantas de selección de residuos urbanos mezclados, con capacidad instalada conjunta de 6,500 toneladas por día. Estas tres plantas se ubican en Bordo Poniente, San Juan de Aragón y Santa Catarina que son mostradas en la tabla 3.1, además se presenta un balance entre ingreso, recuperación y egreso de residuos sólidos.

La organización y operación de las plantas se realiza de manera coordinada entre el Gobierno del Distrito Federal (la Dirección General de Servicios Urbanos, de la Secretaría de Obras y Servicios) y los gremios de selectores (antes pepenadores); en estas instalaciones se recuperan más de 20 materiales reciclables que son comercializados en la Ciudad de México y sus alrededores por los gremios de selectores; el material no recuperado o rechazado, se transporta al Sitio de Disposición Final Bordo Poniente.

Tabla 3.1. Promedio anual de los residuos sólidos que ingresaron, recuperaron y egresaron en plantas de selección.

Planta	Actividad	2005	2006	2007
Bordo Poniente	Ingreso	42,095	41,783	42,570
	Recuperación	2,107	2,256	2,355
	Egreso	39,988	39,527	40,215
	% recuperaciór	5	5	6
San Juan Aragón	Ingreso	45,462	43,357	42,398
	Recuperación	3,470	3,024	3,420
	Egreso	41,993	40,333	38,978
	% recuperaciór	8	7	8
Santa Catarina	Ingreso	39,918	40,907	40,127
	Recuperación	8,138	1,859	2,358
	Egreso	31,780	39,048	37,769
	% recuperaciór	20	5	6
Totales	Ingreso	127,475	126,046	125,095
	Recuperación	13,714	7,138	8,133
	Egreso	113,761	118,908	116,962
	% recuperaciór	11	6	7

Fuente: Secretaria de Obras y Servicios, 2007

Los principales materiales recuperados son: Aluminio traste, macizo, chatarra, perfil, bote aluminio, bote ferroso, fierro, lámina metálica, cobre, alambre, botellas de refresco y cerveza, vidrio ámbar, transparente y verde, cartón, todo tipo de papel, periódico, PVC, PET, plástico rígido o nylon y vinil, entre otros^[7].

3.4 Planta de composta

La planta de composta está ubicada en el sitio Bordo Poniente IV Etapa; recibe actualmente residuos orgánicos de poda de los programas operados por la Dirección General de Servicios Urbanos, de la Secretaría de Obras y Servicios, Comisión Federal de Electricidad y una fracción de residuos provenientes del área de flores y hortalizas de la Central de Abasto. Tiene una capacidad instalada de 200 ton/día y el producto obtenido es utilizado como mejorador de suelos de camellones y áreas verdes de la red vial primaria^[7]. En la tabla 3.2 se muestra la capacidad de las plantas de composta existentes en el D.F. así como el destino de su producto.

Tabla 3.2. Cantidad y destino de la composta producida

Planta de Composta	Producción de Composta (Ton/año)	Destino de la composta	Cantidad de Composta entregada (Ton/año)
Bordo Poniente	3,209	Delegaciones	49
		Áreas verdes y viveros	1,109
		Actividades DGSU (mantenimiento de red vial)	2,051
		Total	3,299
Cuajimalpa	600	Productores agrícolas en Suelo de conservación	600
Milpa Alta	207	Ciudadanía (cultivos agrícolas)	266
Álvaro Obregón	697	Viveros y áreas verdes	697
Iztapalapa	471	Áreas verdes de la delegación y del Panteón de San Lorenzo Tezonco	497
Xochimilco	112	Productores agrícolas	112

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios y Delegaciones Políticas, 2007.

3.5 Disposición final

En la construcción de los sitios de disposición final, previo al inicio del depósito de materiales, se coloca una geomembrana de polietileno de alta densidad, que funge como impermeabilizante para evitar la filtración de lixiviados a los mantos freáticos^[7]. Los lixiviados son líquidos altamente contaminantes, producidos por la circulación de agua -generalmente la de lluvia- en la basura y también al disolverse algunos elementos contenidos en ésta. En los sitios de disposición final, los residuos sólidos son confinados en forma segura y controlada, en espacios que al saturarse son reforestados y se convierten en áreas verdes destinadas a la recreación.

La Dirección General de Servicios Urbanos es la responsable de la disposición final de los residuos sólidos generados en el Distrito Federal, teniendo actualmente como único sitio para tal fin el Relleno Sanitario Bordo Poniente IV etapa, el cual se ubica en el área del antiguo lago de Texcoco, en terrenos pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua. Se cuenta en este sitio con una planta de tratamiento para lixiviados.

Este relleno sanitario se dividió para su operación en cuatro etapas, de las cuales las tres primeras, operadas a partir de 1985 y hasta 1993, sumaron una superficie efectiva

acumulada de 249 hectáreas que han culminado su vida útil. La etapa actual en operación (IV), se inició a principios de 1994 y cuenta con una superficie de 472 hectáreas; se ubica al suroeste del antiguo lago de Texcoco y al sur de las etapas anteriores, separada de aquellas por la autopista México- Texcoco; actualmente tiene una recepción diaria de aproximadamente 12,500 toneladas al día, de residuos sólidos^[6]. En la tabla 3.3 se muestra el notable incremento en el ingreso de residuos sólidos en el relleno sanitario Bordo Poniente.

Tabla 3.3. Promedio de ingreso mensual de residuos sólidos al relleno sanitario Bordo Poniente

Promedio anual del ingreso mensual de residuos sólidos (ton). Periodo 2004-2007			
2004	2005	2006	2007
370,278	372,634	374,745	389,925

Fuente: Secretaría de Obras y servicios, 2007.

3.6 Bordo Poniente

Al cerrarse el tiradero de Santa Catalina en el 2001, mayores volúmenes llegan a Bordo Poniente, lo que ha acortado aun más su vida útil, este es el único sitio activo con el que cuenta el DF para el confinamiento de sus residuos.

Este relleno sanitario cuenta con cuatro etapas, de las cuales las tres primeras operadas a partir de 1985 y hasta 1993, han sido clausuradas rescatándose una superficie de 249 hectáreas. La etapa actual en operación (IV), inicio en febrero de 1995 con una superficie de 475 hectáreas, con una recepción promedio de 12,500 toneladas al día. El proceso de cierre de la etapa IV del relleno sanitario Bordo Poniente, contempló el incremento en la altura de las celdas de residuos de 4 metros a la periferia y de 7 metros al centro, con lo cual se logro una ampliación de su vida útil por un periodo de 3.8 años.

Para lograr lo anterior, se demostró ante las autoridades federales que el relleno sanitario Bordo Poniente opera cumpliendo con los requerimientos técnicos señalados en la normatividad nacional e internacional y que le proyecto de cierre tecnificado de este tipo de disposición final tiene previstos los trabajos y obras de ingeniería necesarias para garantizar la protección ambiental en cuanto al tratamiento de los lixiviados y la disposición o aprovechamiento del biogas, así como la protección de las estructuras hidráulicas adyacentes al sitio.

En diversas situaciones se recomendó al Gobierno de la Ciudad de México identificara sitios potenciales que fueran una alternativa viable para la disposición final de los residuos sólidos generados en el DF considerando en ese análisis, las condiciones establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final y a la forma de realizarse el cierre de los rellenos sanitarios. Adicionalmente, confirmar con estudios e información

suficiente la viabilidad técnica, económica y la aceptación social de los predios afectados.

La identificación de sitios posibles se realizó tanto en lugares ubicados en el territorio del DF como en los Estados de México e Hidalgo. En estos estados se identificaron algunos predios con factibilidad técnica pero todos presentan graves dificultades por su lejanía, el costo del suelo, el costo del transporte y la negativa del Estado de México.

La conclusión para el DF fue que ninguno de los sitios analizados cumple con las disposiciones de la normatividad vigente y que además el rechazo de la sociedad es muy alto para la instalación de un nuevo relleno sanitario.

Actualmente, en la etapa IV se depositan diariamente 12500 ton diarias, de las cuales se suman 2478 ton aproximadamente provienen de varios municipios del Estado de México. En este sitio se cuenta con la infraestructura para recolectar y tratar los lixiviados así como un invernadero y una planta de composta con la capacidad de generar 200 ton diarias de materia orgánica^[10].

El cierre de la etapa IV, es un proceso largo, complejo y costoso que debería ser realizado al mismo tiempo en que se fuera habilitando en la superficie disponible el nuevo esquema de CIRE, para lo cual, el aprovechamiento del gas de la etapa IV, podría sufragar los costos del cierre paulatino y la apertura de las nuevas instalaciones.

3.7 Separación de residuos sólidos en edificios públicos

Este subprograma toma como base algunos aspectos del Sistema de Administración Ambiental (SAA), emitido en la Gaceta Oficial del DF el 24 de julio de 2001, en donde se establece la incorporación paulatina de las dependencias de la Administración Pública del DF, así como en establecimientos de alta afluencia poblacional.

Como objetivo principal se planteó establecer la separación en todos los edificios públicos de todas las unidades administrativas, expandiendo esta actividad en todos los edificios públicos gubernamentales (federales o locales) que se encuentren localizadas dentro del DF, así como en establecimientos de alta afluencia poblacional.

3.7.1 Acciones realizadas en las Delegaciones políticas

De las 16 delegaciones sólo en los casos de Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Magdalena Contreras y Xochimilco se cuentan con información disponible y por lo tanto se puede realizar una pequeña evaluación. En el caso de Gustavo A. Madero cuenta con 13 sitios públicos entre ellos el Edificio Delegacional, las áreas externas (Ministerios Públicos, Correos, Tesorerías) un centro DIF y Centros Femeniles. Iztapalapa por otro lado, aunque se colocaron 205 tambos metálicos con capacidad de 200 L, el nivel de separación y calidad en la misma era mínimo, por lo que se

suspendió por un tiempo, pero fue retomado nuevamente en mayo del 2009. En Magdalena Contreras el nivel de separación llegó a alcanzar un 90% en sólo 3 edificios. En Xochimilco sólo se ha impartido información en los diferentes establecimientos. En las demás delegaciones se comenzó implementando el programa, pero al paso del tiempo se volvió inconsistente y definitivamente desapareció. Actualmente solo se cuenta con la información aportada en el PGIRS del 2007.

En los años subsecuentes al 2007 se puede constatar que no existe información por parte de las delegaciones, en otros casos no existen reportes concretos. Dentro de la escasa información se encuentra la figura 3.2 que ejemplifica la falta de eficiencia y seguimiento a tan valioso programa dada la baja cantidad de edificios en el programa, aunque hay que decir que la tendencia es ascendente.

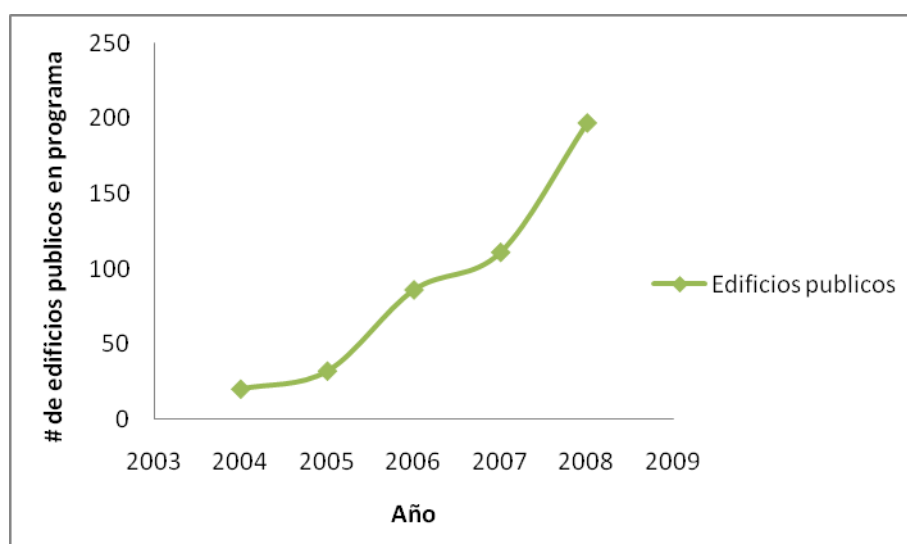


Figura 3.2 Número de edificios públicos con programa de separación

3.8 Situación del reciclaje en la Ciudad de México

3.8.1 PET

¿Qué es el PET?

Son siglas y significan Polietilentereftalato, fue patentado como un polímero para fibra por Whinfield y Dickinson en 1941. La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1995. A partir de 1976, se le usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas.

Sin embargo el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques. En México se comenzó a utilizar para este fin a mediados de la década de los ochenta^[19].

Actualmente el principal uso para la resina PET es la fabricación de envases para:

- Refrescos
- Agua purificada
- Aceite comestible
- Alimentos
- Medicinas

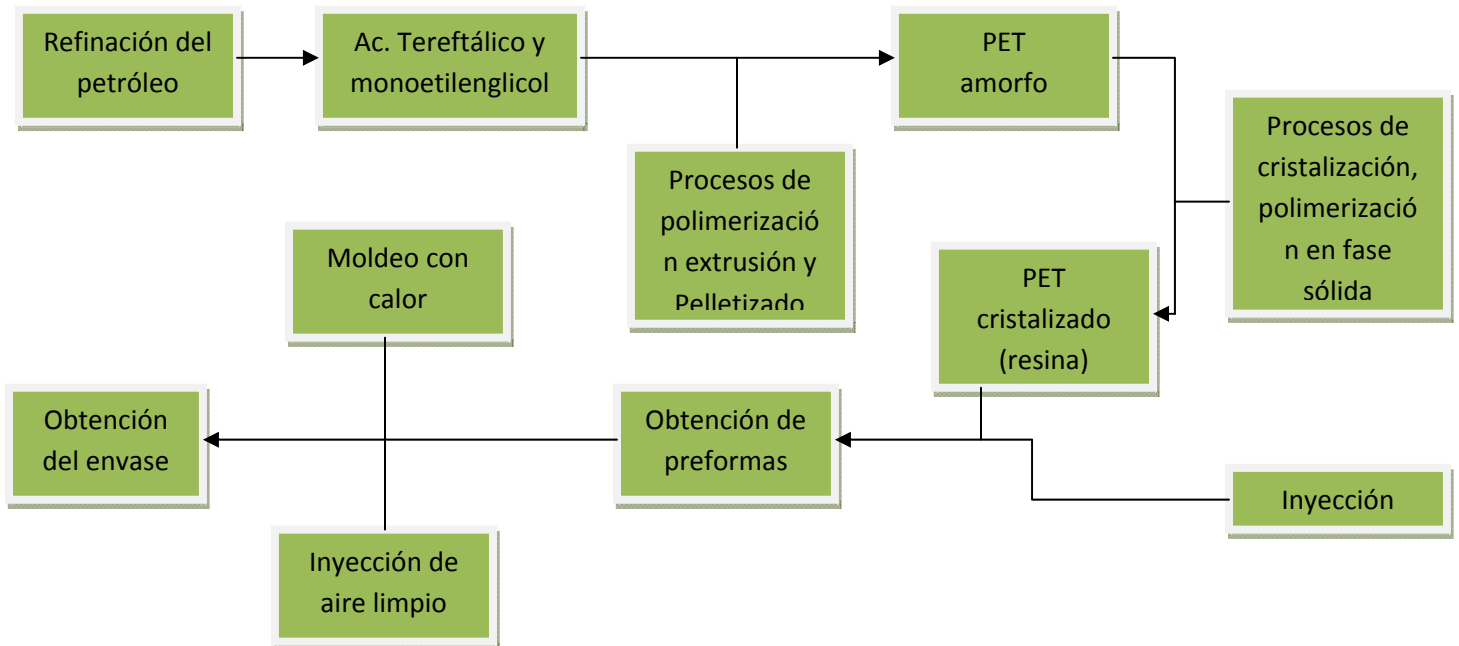


Figura 3.3 Diagrama de flujo de la producción de PET

PET en cifras

Si se reciclara 1 ton de PET se evitaría enviar al relleno sanitario o tiraderos casi 6 m³ de plástico^[19].

Tan solo en Estados Unidos se estima que había 5,336 mil millones de libras de PET que pudieron ser sujetas a reciclaje en el año 2008^[27]

En México se consumen cerca de 200,000 botellas de plástico al año^[17]. Según datos del INEGI en 1998 se consumieron 2'581,768 litros de refresco embotellados en envases no retornables, por otro lado se consumieron 5'589,059 litros de agua purificada en envases no retornables^[15].

Reciclaje de PET

El Programa de Manejo Ambiental del PET, se rige por los acuerdos establecidos en el Convenio General de Concertación para reducir la disposición inadecuada de residuos de envases de PET, celebrado entre la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA), Secretaria de Obras y Servicios y Ecología y Compromiso Empresarial

(ECOCE), firmado el 5 de septiembre del 2002, entre los acuerdos se encuentra cumplir metas anuales de recuperación.

Acopio de PET

Las principales fuentes generadoras de residuos de PET incorporadas al programa son las Plantas de Selección de residuos sólidos de San Juan de Aragón y Bordo Poniente, en las cuales existe la actividad tanto de ECOCE como de otros acopiadores. Asimismo el programa tiene presencia en otras fuentes así como en la planta de selección de Santa Catarina.

Con el objeto de fortalecer y promover el acopio del PET, y cumplir con las metas establecidas, es importante explotar alternativas para que las tiendas de autoservicio y otros distribuidores de productos que utilizan el PET se incorporen al programa de una manera más intensa, mediante la responsabilidad compartida a través de la presentación y autorización de planes de manejo correspondientes^[8].

Instituciones y organismos existentes.

- ✓ Instituto Nacional de recicladores en México
- ✓ APREPET, México
- ✓ Recicladores de PET en México

Identificación de los plásticos.

Para favorecer la separación más rápida y sencilla se colocó una identificación a cada envase de plástico con el tipo de polímero utilizado, consta de triángulos formados por flechas con números en su interior que van del 1 al 7, este código es normado en México en la NMX-E-232-SCFI-1999. En la tabla 3.4 se explica a detalle a que tipo de material corresponde cada número y sus aplicaciones.

Tabla 3.4 Identificación de los plásticos.



Resultados del reciclaje de PET en el D.F.

A continuación se presentan los programas vigentes en el Distrito Federal y sus resultados, entre los que destaca por su eficacia la recolección de PET que muestra la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Resumen de acopio de envases de PET en el Distrito Federal de 2002-2007.

Año	Meta anual de recuperación	Total de PET recuperado ton
2002	----	3,423
2003	23,000	22,875
2004	25,500	21,620
2005	28,000	23,352
2006	30,500	22,698
2007	34,000	25,554
Total	141,000	119,520

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, 2007

Programa de manejo responsable de pilas en el Distrito Federal

Puesto en marcha el 27 de Febrero del 2007, consiste en la adaptación gradual de 250 columnas informativas y turísticas con un contenedor que permite almacenar temporalmente las pilas de la ciudadanía deposite en ello (véase figura 3.4). La empresa IMU recuperara estos materiales y los enviara a reciclaje o a disposición final controlada evitando el envió al relleno sanitario Bordo Poniente.

En su primera etapa, el programa estará funcionamiento en 21 columnas informativas y turísticas ubicadas en las colonias Roma y Condesa de la Delegación Cuauhtémoc y en las etapas posteriores se integraran gradualmente el resto de las columnas hasta llegar a ser un total de 250, todas ellas distribuidas en las 16 delegaciones Políticas de la entidad.

Participantes del Programa

- ✓ Secretaria del Medio Ambiente
- ✓ Imágenes y Muebles Urbanos (IMU),
- ✓ Organización Educativa Ambiental Roma-Condesa,
- ✓ Residuos Industriales Multiquim (RIMSA).



Figura 3.4 Columnas informativas para deposito de pilas

Resultados de la recolección de pilas en el D.F.

Aunque los resultados son alentadores el acopio de pilas es muy bajo comparado con el nivel de consumo de los ciudadanos, en la tabla 3.6 se muestran los datos disponibles de dicho programa.

Tabla 3.6. Acopio de pilas enviadas a reciclaje en el Distrito Federal en el 2007

Año	Kg
2007	18,506

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, 2007

3.8.3 Otros programas de acopio y reciclaje

Dentro de los programas de acopio y reciclaje se tienen el acopio de aceite lubricante de auto así como sus envases vacíos, el cartón laminado es otro residuo que también está entrando en los planes de reciclaje. Los resultados de ambos programas son mostrados en las tablas 3.7 y 3.8

Tabla 3.7. Acopio de aceite lubricante automotriz y envases vacíos

Acopio	2004	2005	2006	2007	Total
Aceite (L)	1,057	2,944	1,798	1,476	7,275
Envases (pieza)	35,496	67,594	47,996	70,111	221,197

Tabla 3.8. Reciclaje de envases de cartón laminado

Año	Toneladas
2003	911
2004	1,211
2005	2,463
2007	5,900
Total	10,485

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente 2007

3.9 Características económicas de los establecimientos dedicados al reciclado y reuso de materiales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Clases de actividad	Unidades económicas	Personal ocupado	Producción bruta	Insumos totales	Valor agregado
					(Miles de pesos)
Total	2,373	7,487	618,607	206,425	412,182
Comercio de fierro viejo	1,209	3,328	247,996	71,332	176,664
Comercio de papel y cartón usado	622	2,040	191,131	70,989	120,142
Comercio de trocería y productos de vidrio	105	386	29,442	15,732	13,710
Comercio de desechos de plástico	122	808	80,310	23,719	56,591
Comercio de materiales de demolición	6	14	576	93	483
Comercio de otros materiales de desecho	309	891	69,152	24,560	44,592

Fuente: INEGI Censos económicos 1999.

Capítulo 4

Marco legal del Distrito Federal en el ámbito ambiental

4. Marco legal del Distrito Federal en el ámbito ambiental

Debido a que la legislación federal controla a cada estado de la república, también las acciones realizadas en el DF necesitan incluir las bases encontradas en las principales leyes a nivel federal creadas para la correcta disposición de los residuos sólidos en la república mexicana, por lo que a continuación se recopilan las más importantes tanto a nivel federal como local.

4.1 Marco legal federal

4.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero de 1988, misma que es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del medio ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y ejercer las bases, con fundamento en el artículo 1° del citado ordenamiento.

Art 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de los residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para reuso y reciclaje; así como regular su manejo y disposición final eficientes.

4.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003, la cual tiene como objeto regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, establecer bases para el manejo de residuos urbanos y de manejo especial así como las bases para aplicar principios de valorización, responsabilidad compartida y el manejo integral de los residuos sólidos en el país.

Art 1°.- Objetivo y ámbito de aplicación de la Ley:

I.- Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

III. Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios.

IV. Formular la clasificación básica y general de los residuos que permitan uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de gestión integral de los mismos.

4.2 Marco legal local

4.2.1 Ley Ambiental del Distrito Federal

Publicada el 13 de Enero del 2000, tiene como objeto regular el ejercicio de las facultades de las autoridades de la Administración Pública del Distrito Federal en materia de conservación del medio ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico.

Art 1° Objetivos de la presente Ley:

V.- Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en el Distrito Federal en aquellos casos que no sean competencia de la nación.

VII.- Regular la responsabilidad por daños al ambiente y establecer los mecanismos adecuados para garantizar la incorporación de los costos ambientales en los procesos productivos.

VIII.- Establecer el ámbito de participación de la sociedad en el desarrollo y la gestión ambiental.

4.2.2 Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal

Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de Abril de 2003, tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia. A su vez, define las competencias de las 16 delegaciones políticas y de diferentes secretarías de gobierno que participan en la gestión de los residuos sólidos y marca las políticas a seguir en relación con las formas de manejo de los residuos sólidos.

Art 11.- Formulación y evaluación del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

I.- Adoptar medidas para la reducción de la generación de residuos sólidos, su separación en la fuente de origen, su recolección y transporte separados.

II.- Promover la reducción de la cantidad de residuos sólidos que llegan a disposición final.

XIII.- Promover sistemas de reutilización, depósito retorno u otros similares que reduzcan la generación de residuos, en el caso de productos o envases que después de ser utilizados generen residuos de alto volumen o que originen impactos ambientales significativos.

4.2.3 Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Publicada el 1° de Octubre del 2004 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, en la parte de Instrumentación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos plantea la separación de residuos sólidos en edificios públicos.

Capitulo 5

Metodología del Estudio

5. Metodología del estudio

5.1 Determinación de la generación de residuos municipales.

NMX-AA-061-1985.

Al no contar con una metodología específica para el estudio de generación de residuos sólidos en edificios privados, se tomó como base la NMX-AA-061-1985 que tiene como objetivo la determinación de la generación de residuos sólidos municipales pero, se le adaptó al estudio realizando las siguientes modificaciones:

1. Se redujo el universo de trabajo, ya que sólo se analizó un edificio y no varios.
2. La manera de seleccionar las muestras se hizo por medio de los pisos de dicho complejo eligiéndolos al azar.
3. Sólo se realizó el estudio seis días en lugar de los siete que estipula la norma debido a que el domingo no laboran y por tanto no existe generación de residuos sólidos.

5.2 Selección y cuantificación de subproductos de los residuos sólidos municipales:

NMX-AA-022-1985

Se basó la clasificación y cuantificación de acuerdo a la norma NMX-AA-022-1985 que dicta el método de selección y cuantificación de residuos sólidos municipales a la cual se le realizaron las siguientes modificaciones con el fin de ajustarla al tipo de residuo generado en el edificio:

1. El papel se dividió en: papel blanco, papel de color, revista, periódico, papel higiénico, papel de envoltura, sobres y papel con aluminio.
2. El plástico se dividió en: empaques de chicle y medicinas, empaque de alimentos, PET, plástico rígido y plástico ligero.
3. Se agregaron además; colillas de cigarro, bolsas de plástico, latas de aluminio y aerosol, micas y pastas de documentos.

5.3 Muestreo de residuos sólidos municipales- Método de cuarteo

NMX-AA-015-1985

El estudio utilizó el método de cuarteo descrito por la norma NMX-AA-015-1985 con las siguientes variaciones:

1. Al no contar con una superficie de cemento pulido como lo requiere la norma antes citada se colocó un plástico grueso y/o lonas sobre una superficie lisa y pareja para realizar la selección.

2. Al ser la producción de residuos sólidos pequeña se tomó la totalidad de los residuos traspaleados sobre la superficie en lugar de sólo una cuarta parte.

Se dividió el grupo de trabajo en equipos de cuatro personas, un equipo por piso del edificio. En el estudio se analizaron los pisos 5, 6, 7, 8, 9 y 15.

Se juntaron los residuos ya que existía una separación entre residuos de sanitario, oficina y comedor. La mezcla se realizó en la zona de descarga del elevador de servicio en cada uno de los pisos.

La encuesta se realizó a 138 empleados de forma aleatoria para saber la cantidad de información con que cuentan en aspectos de separación y valorización de los residuos sólidos urbanos. A continuación se presenta el cuestionario.

5.4 Cuestionario aplicado a los empleados

¿Sabes el daño que puede ocasionar la mala disposición de la basura en el ambiente y en la salud? (Sí) o (No)

¿Existe algún programa de manejo de los residuos en la compañía en que trabajas? (Sí) o (No)

¿Has escuchado del daño que causa el PET y otros plásticos a otros animales? (Sí) o (No)

¿Te interesaría saber que puedes hacer con una computadora o USB que ya no te sirve? (Sí) o (No)

¿Te gustaría saber cuántos residuos que se generan en la empresa contienen mercurio y plomo? (Sí) o (No)

¿Sabes cuánto dinero tiras aproximadamente al cesto de basura diariamente al tirar la basura? (Sí) o (No)

¿Sabes qué hacer con un cartucho de *Toner* que ya utilizaste? (Si) o (No)

1.

¿Conoces alguno de los 280 contenedores en el DF en donde puedes depositar pilas y celulares? (Sí) o (No)

2.

medio ambiente? (Sí) o (No)

3.

¿Tienes idea de qué hacer con los residuos de aceite provenientes de autos, aerosoles y pintura que utilizamos normalmente en casa, oficina o empresa? (Sí) o (No)

4.

¿Se ha presentado algún problema de insalubridad en el edificio debido a un manejo deficiente de la basura? (Sí) o (No)

- ¿Conoces el daño que causa al medio ambiente y a la salud los residuos del cigarro?
5. ¿Te interesa conocer alternativas para la reducción y el correcto manejo de los desechos sólidos que produces? (Sí) o (No)
6. ¿Tienes idea de cuanta basura has generado desde tu nacimiento a la fecha? (Sí) o (No)
7. ¿Te han informado sobre el estudio de generación de residuos sólidos que se está efectuando en la empresa? (Sí) o (No)
8. ¿Te gustaría conocer los resultados? (Sí) o (No)
9. ¿Estarías dispuesta (o) a apoyar para que disminuya la generación de residuos como papel, cartón, PET entre otros en tu empresa? (Sí) o (No)
- 10.

5.5 Materiales y equipo utilizados

Palas curvas

Báscula de piso, con capacidad de 50kg

Bolsas de polietileno de diferentes tamaños calibre No. 200

Bieldo o rastrillo de jardinería

Overoles

Guantes de carnaza

Escobas

Bolsas de seguridad

Mascarillas protectoras

Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc.)

Capítulo 6

Resultados y análisis de resultados

6. Resultados y análisis de resultados

Los resultados se presentarán de la siguiente manera:

- ✓ **Por piso:** se detallarán por tipo y sub-clasificaciones los residuos encontrados en cada piso y la distribución en su producción a lo largo de la semana (sólo con los residuos más representativos).
- ✓ **Comparación entre pisos:** se determinará que piso produce más y las posibles causas de ello.
- ✓ **Como un todo:** se sumarán las cantidades de cada piso para tener certeza en la cantidad de residuos sólidos producidos en el complejo.
- ✓ **Resultados de la encuesta:** presenta las respuestas de mayor importancia para este estudio.
- ✓ **Análisis de resultados:** sólo se realizará a los residuos de mayor producción y se emitirán recomendaciones.

6.1 Resultados por piso

Piso 15

La figura 6.0 muestra que el tipo de papel más usado es el higiénico seguido del papel bond y el papel de color en el primero se obtuvo un promedio de 4.032 Kg por día, el papel de color muestra un promedio de 1.214 Kg al día.

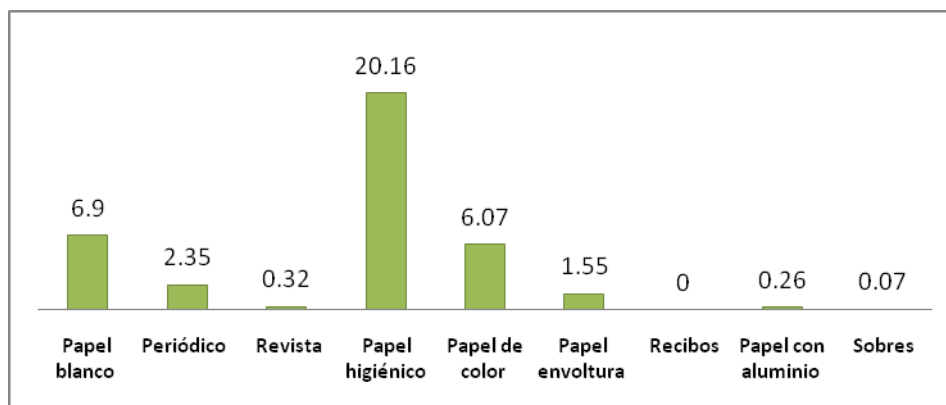


Figura 6.0 Distribución de papel por tipo en el piso 15 en Kg.

El plástico presenta una tendencia bastante clara según la figura 6.1, lo que más se desecha es el PET con 4.66 Kg y las envolturas de alimentos con 3.3 Kg a la semana con un promedio de 0.932 Kg al día y 0.825 Kg respectivamente lo cual es una enorme cantidad si se toma en cuenta la densidad de estos materiales.

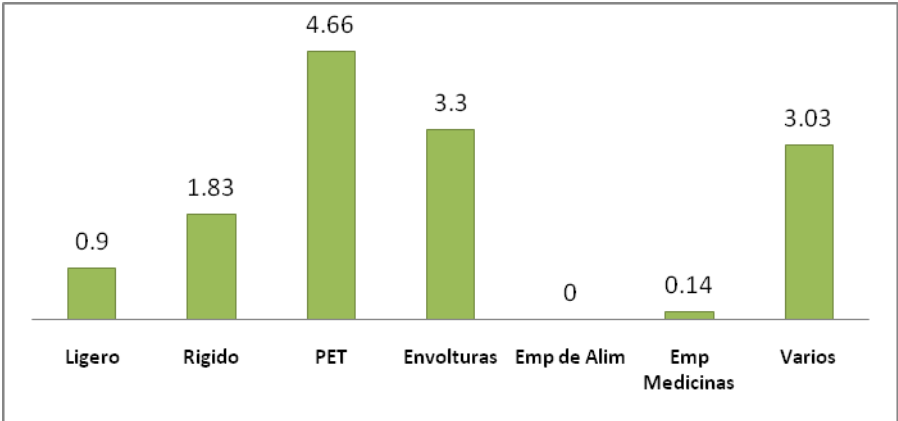


Figura 6.1 Distribución del plástico en el piso 15 en Kg.

En particular sorprende la cantidad de papel que se produce en una semana (37.68 Kg), en la figura 6.2 se observa que, el plástico por su parte es segundo en importancia si se toma en cuenta su baja densidad. Un residuo que también se debe de tomar en cuenta es la materia orgánica con 9.8 Kg a la semana con un promedio de casi 2.5 Kg por día.

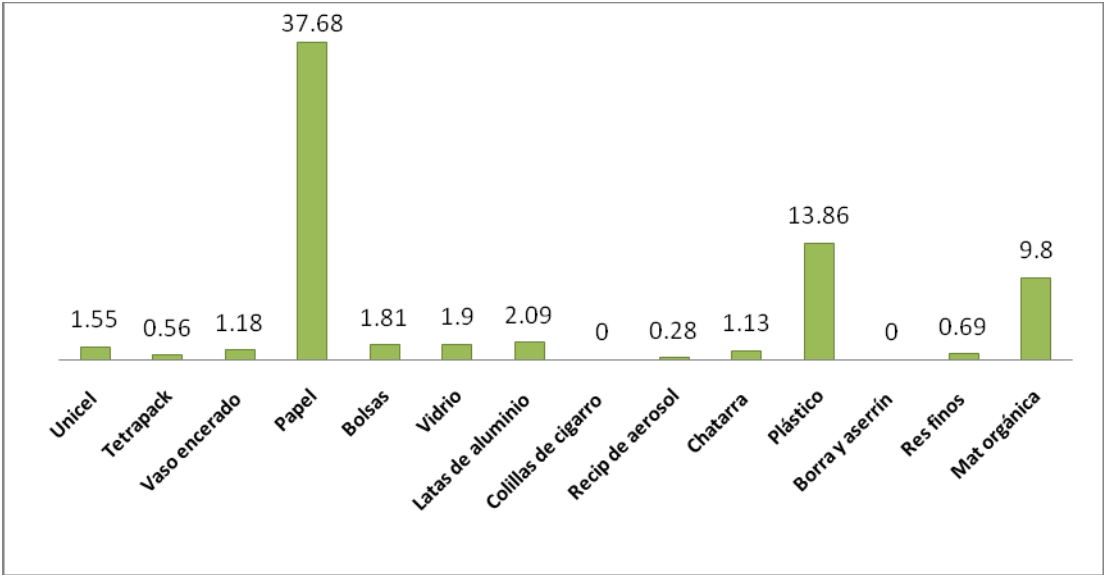


Figura 6.2 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) en el piso 15.

Al hacer el análisis por día de la semana, la figura 6.3 muestra claramente que el día de mayor producción de residuos sólidos es el miércoles con casi la mitad de la producción de la semana con 42%, siendo el jueves y sábado los días de menor producción de basura ambos llegando juntos al 14% de la producción semanal.

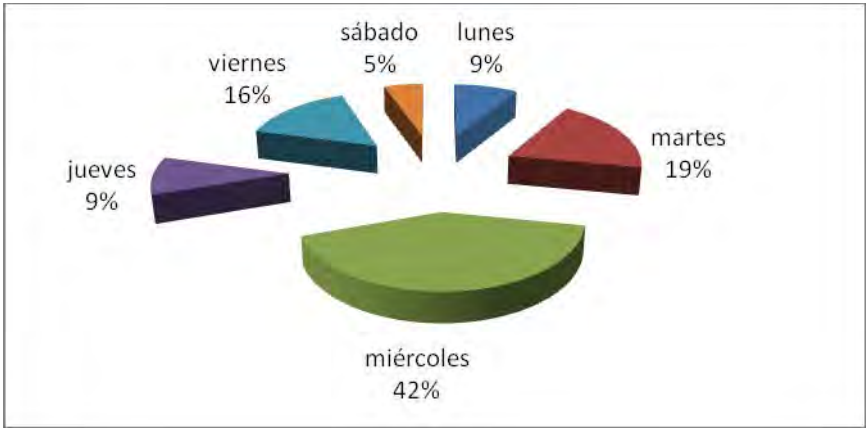


Figura 6.3 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 15.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 15.

De nuevo se observa en la figura 6.4 que el día miércoles la cantidad de papel desechado en este piso es mayor abarcando más del 50%, este resultado también nos dice, la gran cantidad de residuos reciclables que son tirados con el resto de los desechos.



Figura 6.4 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 15.

El plástico muestra una tendencia muy similar con el papel se tiene más del 60% de la producción de plástico el día miércoles. La figura 6.5 nos muestra que el sábado y jueves nuevamente no figuran mucho en el total de este residuo.



Figura 6.5 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 15.

La materia orgánica producida en el piso 15 a diferencia del papel y del plástico la figura 6.6 muestra que la mayor parte de su producción se origina el día martes seguido del miércoles, el lunes y sábado no figuran en la producción de este residuo.

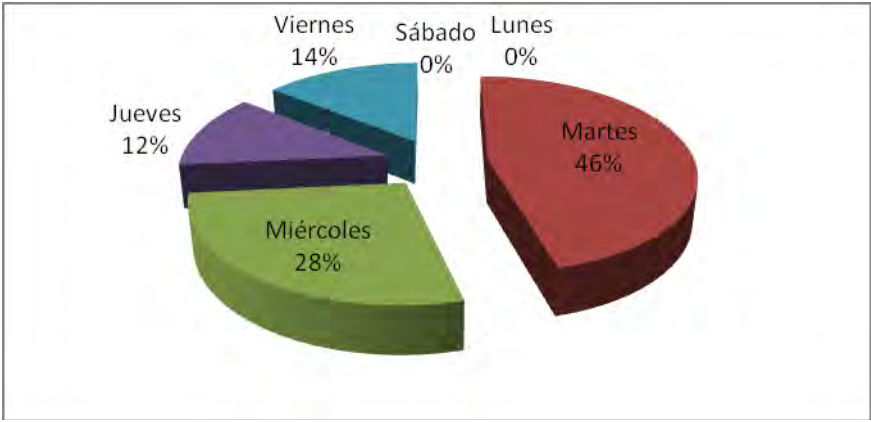


Figura 6.6 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 15.

Piso 9

La figura 6.7 muestra la información semanal, de cartón se generan 11.78 Kg, de papel con 36.38 Kg, el plástico contribuye con 5.82 Kg, la materia orgánica con casi 8 Kg y por último los residuos de construcción con 6.6 Kg son los residuos de mayor producción, estos últimos debido a los trabajos de remodelación que se llevan a cabo en este piso.

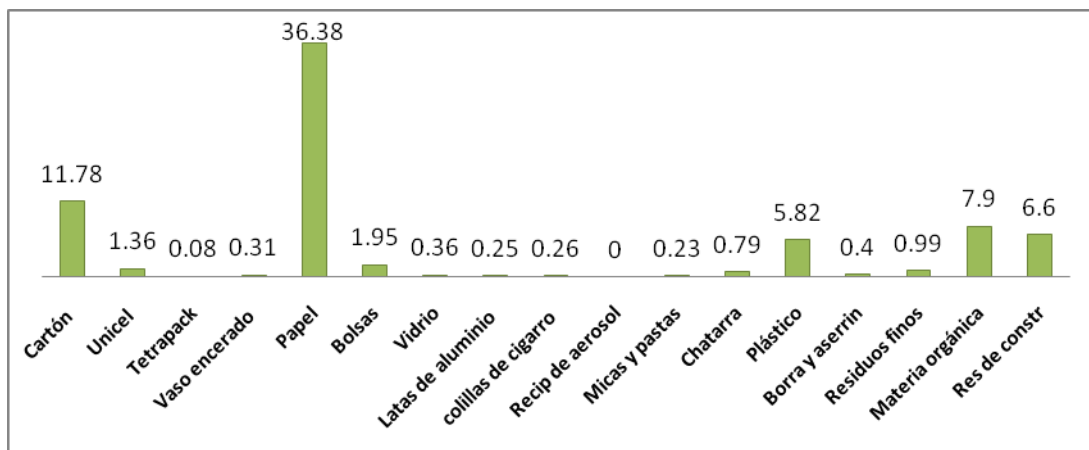


Figura 6.7 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) para el piso 9.

En la figura 6.8 se observa la clara tendencia del papel, el papel higiénico contribuye con la mayor parte del peso total con 18.5 Kg a la semana con un promedio diario de 3.083 Kg por día, le siguen el papel bond con 8.37 Kg a la semana y promedio de 1.395 Kg diarios y el papel de color con 6.32 Kg y un promedio de 1.264 Kg diarios.

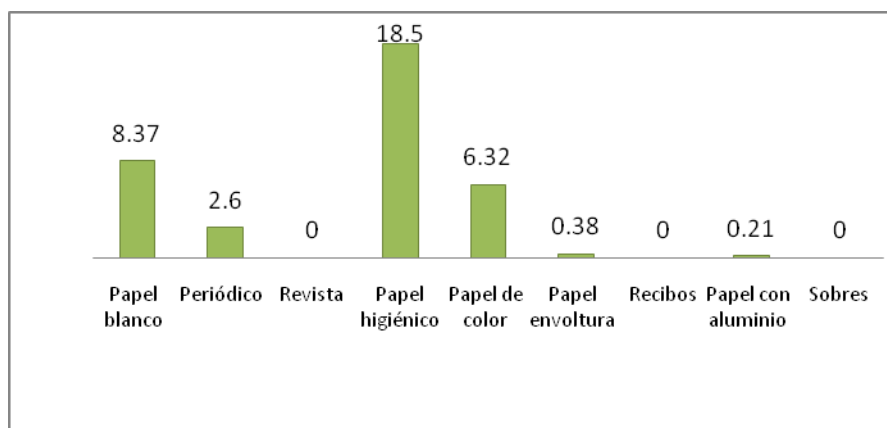


Figura 6.8 Distribución de papel por tipo (Kg) en el piso 9.

La distribución del plástico es mayoritariamente plástico rígido con 2.95 Kg seguido por el PET con 1.92 Kg con un promedio de 0.512 y 0.384 Kg respectivamente de acuerdo con la figura 6.9. Nuevamente por la densidad de estos productos pareciera muy poco pero es una cantidad considerable.

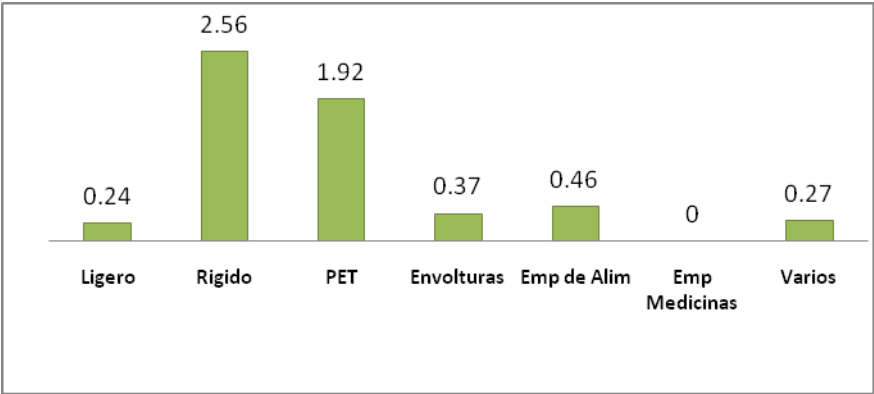


Figura 6.9 Distribución del plástico por tipo (Kg) en el piso 9.

Al hacer el análisis por día de la semana y su relación con la producción de residuos sólidos se observa en la figura 6.10 a los días martes y miércoles como los principales colaboradores juntos hacen poco más del 50% del total de la semana y siendo el lunes el día de menor producción.

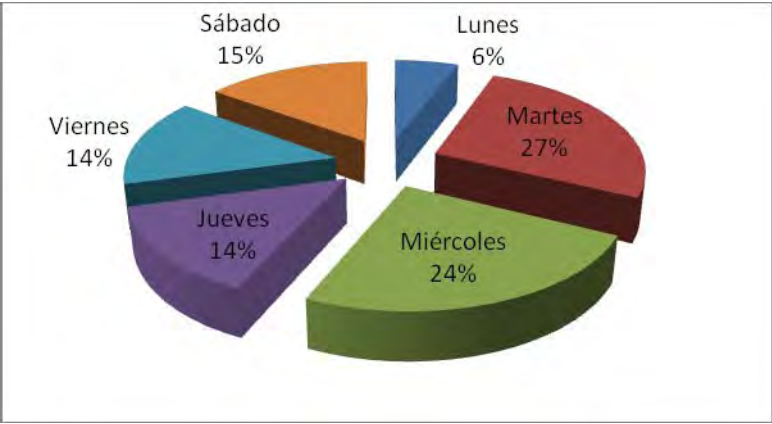


Figura 6.10 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 9.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 9.

Si se observa la figura 6.11 se concluye que la mayor cantidad de cartón es aportada los días miércoles y sábado con más del 70% de la producción total, lunes, jueves y viernes apenas otorgan juntos el 4%.

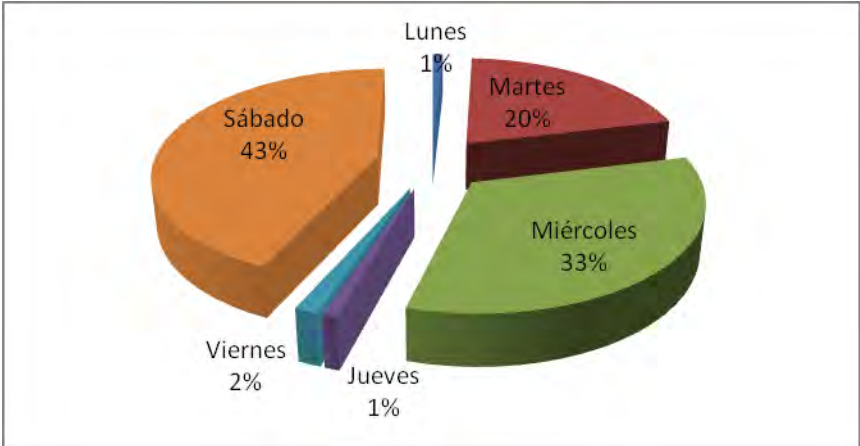


Figura 6.11 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 9.

Los días de martes a viernes presentan una contribución casi equitativa a la producción de papel en el piso 9 según la figura 6.12, quedando rezagado el sábado ya que casi no hay presencia de trabajadores este día.

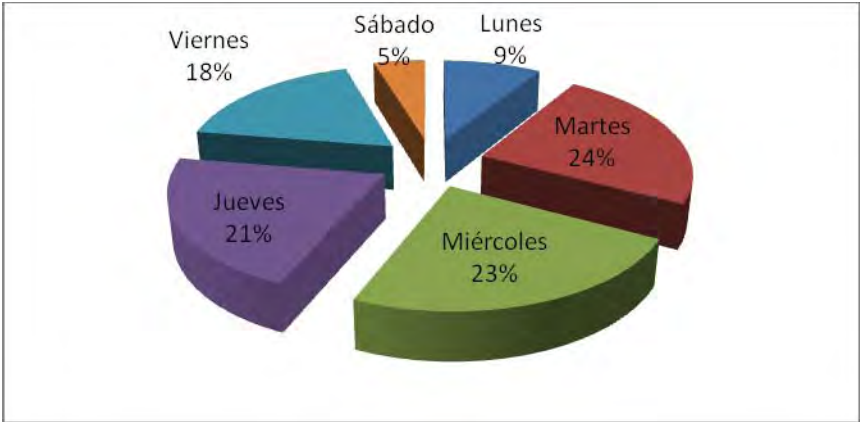


Figura 6.12 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 9.

Los días en que se produce más plástico en el piso 9 son el martes, miércoles y viernes con el 85% del total semanal como es mostrado en la figura 6.13 los días restantes contribuyen cada uno con el 5%.



Figura 6.13 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 9.

En la figura 6.14 se indica que casi la mitad de la producción de la materia orgánica semanal es aportada el día miércoles lo que coincide con la producción de plástico por lo que se deduce que este día se consume mucha comida empaquetada.



Figura 6.14 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 9.

Piso 8

La figura 6.15 ilustra la distribución de los residuos sólidos en el piso 8 y de ella se puede sacar la siguiente información, el papel con sus 62.28 Kg, el cartón con 20.1Kg y el plástico con 30.29 Kg son los residuos de mayor presencia en el citado piso por lo que se tendrá que hacer un estudio más detallado el cual es presentado más adelante.

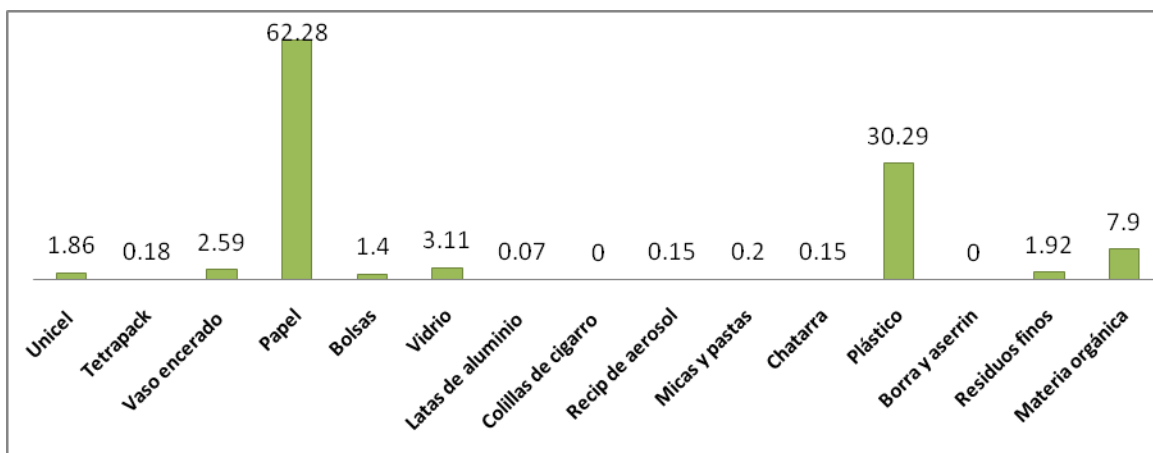


Figura 6.15 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) en el piso 8.

El caso del papel es interesante debido a que en este piso se tiene una de las mayores producciones de papel bond con 18.8 Kg a la semana de acuerdo a la figura 6.16 y el papel higiénico sigue siendo el principal residuo con 30.62 Kg con promedios de 3.13 Kg y 5.10 Kg respectivamente.

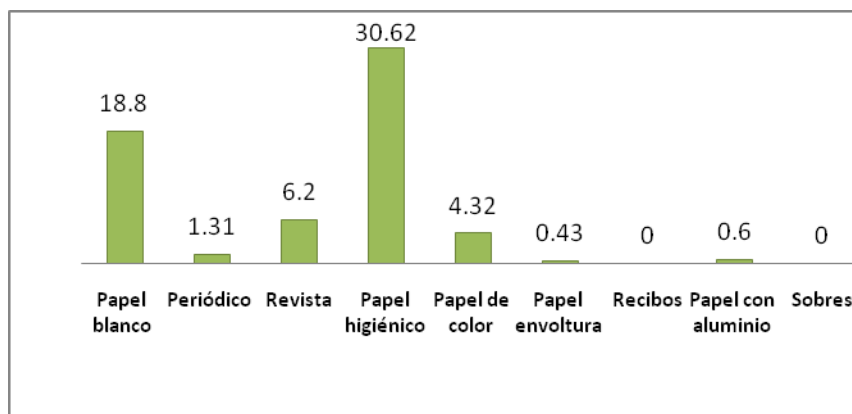


Figura 6.16 Distribución del papel por tipo (Kg) por tipo en el piso 8.

La composición del plástico para este piso muestra al PET con 11.24 Kg seguido del plástico de varios tipos con 10 Kg ambos con promedios de 2.24 Kg y 3.33 Kg diarios respectivamente; el rígido ocupa el tercer lugar con un promedio de 1.68 Kg diarios según la figura 6.17.

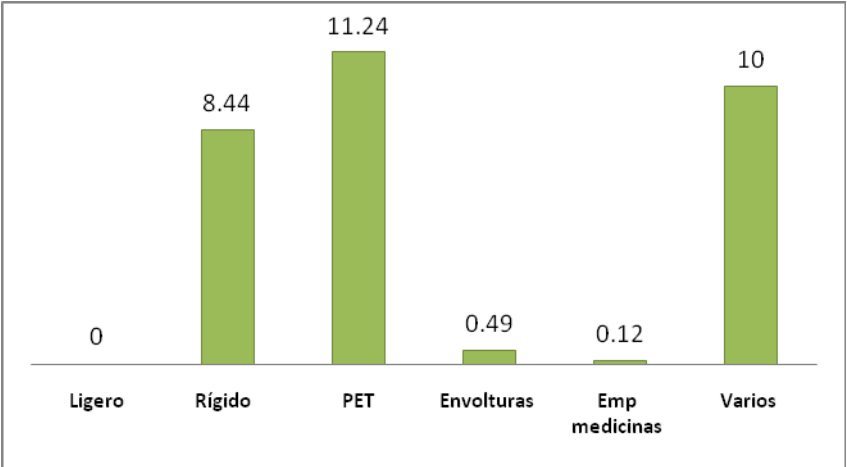


Figura 6.17 Distribución de plástico por tipo (Kg) en el piso 8.

El análisis de producción por día de la semana nos indica que el día miércoles se tiene la mayor producción de residuos sólidos seguido del viernes y martes en ese orden. También se puede observar que el lunes y el sábado son los días de menor producción según la información aportada por la figura 6.18.

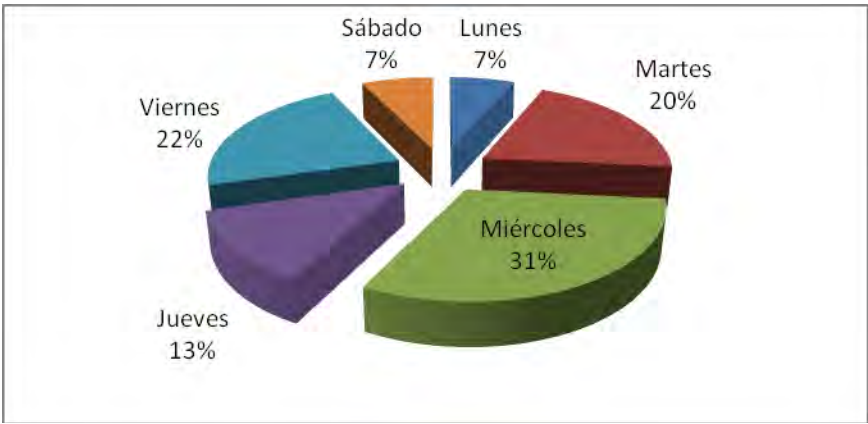


Figura 6.18 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 8.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 8.

La figura 6.19 muestra que los días sábado y miércoles representan juntos el 50% de la producción de cartón total semanal, el viernes es el de menor aportación con apenas el 5% del total semanal.

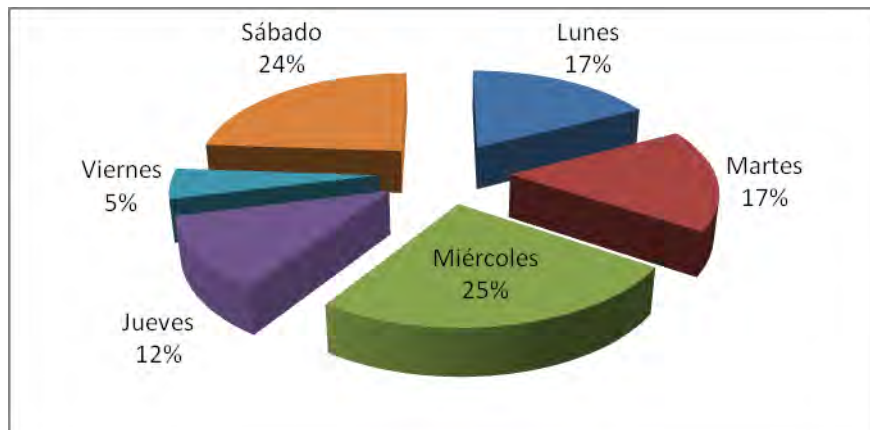


Figura 6.19 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 8.

El papel es producido principalmente en este piso el viernes con un valor cercano al 40% del total según lo observado en la figura 6.20 seguido del día jueves; por otro lado el sábado queda muy atrás con solo el 3% de aportación

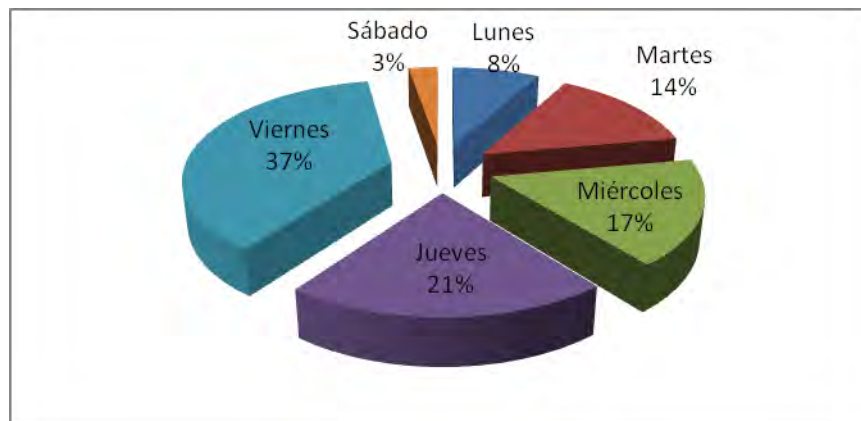


Figura 6.20 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 8.

Como lo muestra la figura 6.21 entre los días martes y miércoles aportan más del 70% del peso total semanal de plástico, siendo los días lunes y sábado los de menor producción con el 1 % respectivamente.

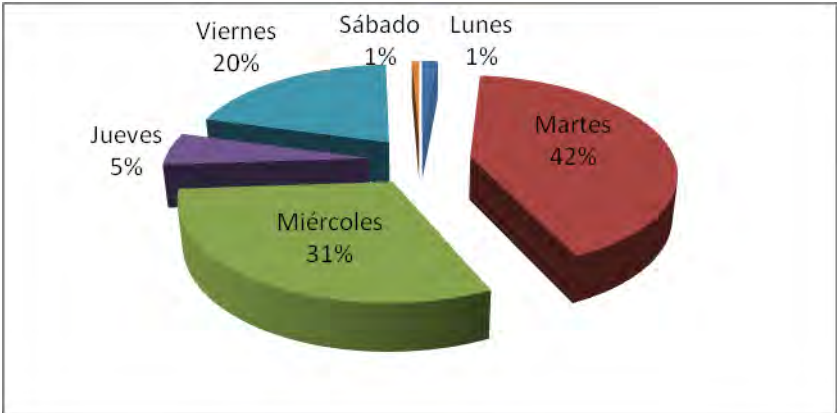


Figura 6.21 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 8.

Los días martes, miércoles y viernes aportan el 92% de la producción de materia orgánica total como se observa en la figura 6.22 siendo el miércoles con el 36% el de mayor importancia, los días sábado y lunes no existe una aportación significativa al peso total.



Figura 6.22 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 8.

Piso 7

En la información aportada por la figura 6.23 se observa que los residuos de mayor producción en este piso son papel con 42.29 Kg, plástico con 12.01 Kg y la materia orgánica con 8.93 Kg a la semana, otro elemento importante es el Unicel con 2.5 Kg a la semana esto es demasiado si se toma como referencia su densidad específica.

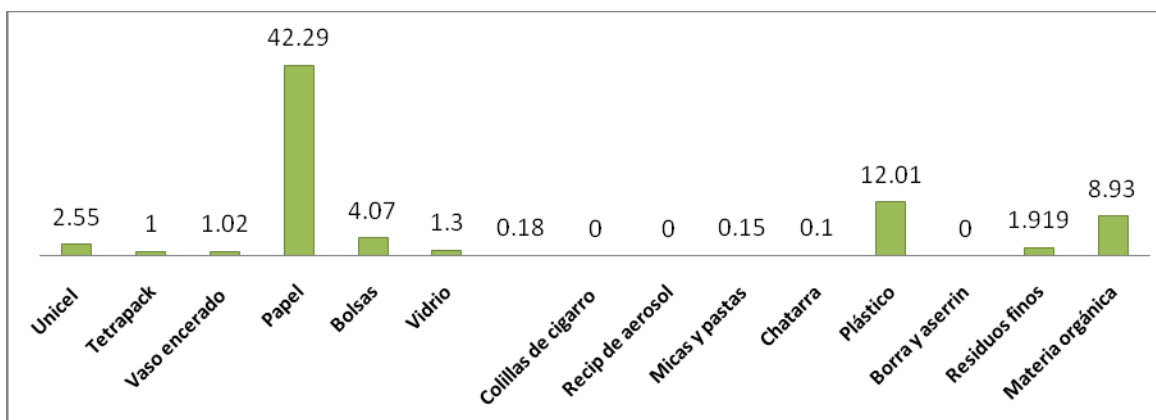


Figura 6.23 Distribución de los residuos sólidos por tipo (kg) en el piso 7.

La información aquí obtenida gracias a la figura 6.24 es que del total de la producción de residuos de papel, el papel higiénico es el que más contribuye con 26.96 Kg semanales a un promedio de 6.74 Kg diarios, le sigue el papel blanco con 7.1 Kg a la semana y su promedio es de 2.33 Kg al día una gran cantidad si se toma en cuenta que dicho papel está sujeto a un programa de reciclaje en la empresa.

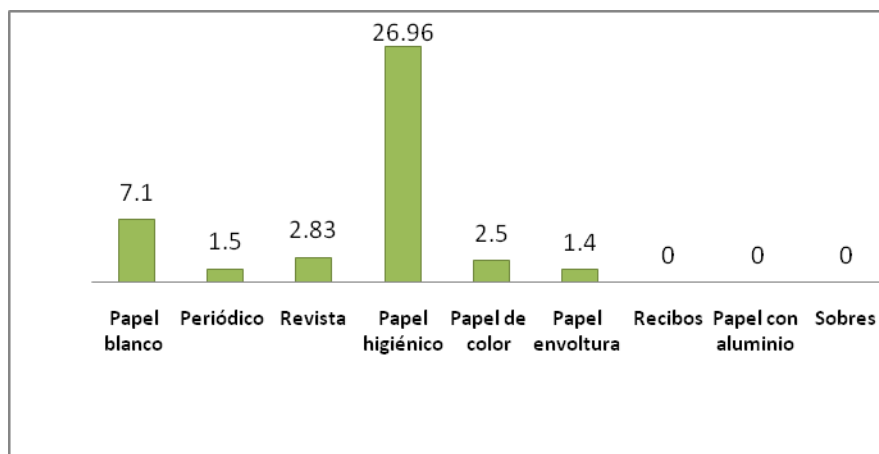


Figura 6.24 Distribución de papel por tipo (Kg) para el piso 7.

Como se observa en la figura 6.25 la mayoría del plástico utilizado en este piso es rígido (5.35 Kg), PET (3.1Kg) y las envolturas (3.41Kg) con promedios de 2.62 Kg, 0.5166 Kg y 1.705 Kg al día respectivamente.

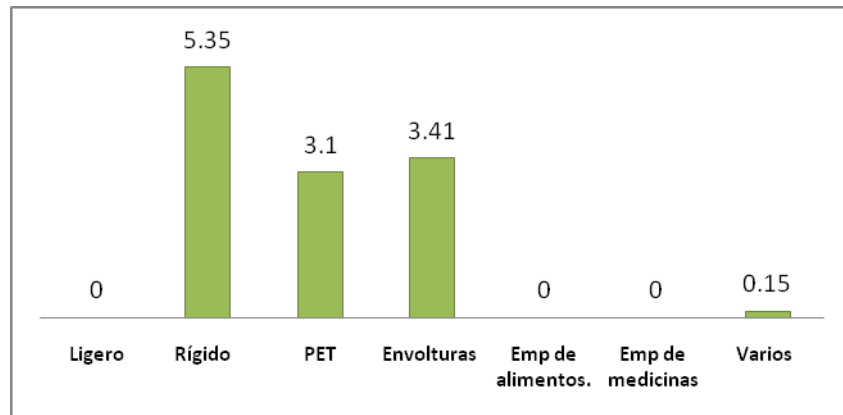


Figura 6.25 Distribución de plástico por tipo (Kg) en el piso 7.

En la figura 6.26 es claro a la vista que el martes es día de mayor producción de residuos sólidos, seguido del miércoles, entre ambos logran el 90% de la producción total. Los días jueves, viernes y sábado no figuran en gran manera ya que juntos representan el 3%.



Figura 6.26 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 7.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 7.

La producción de papel entre el martes y miércoles alcanza un 86% del total según lo representado en la figura 6.27, por otro lado, a partir del jueves disminuye notoriamente el vertido de este residuo.

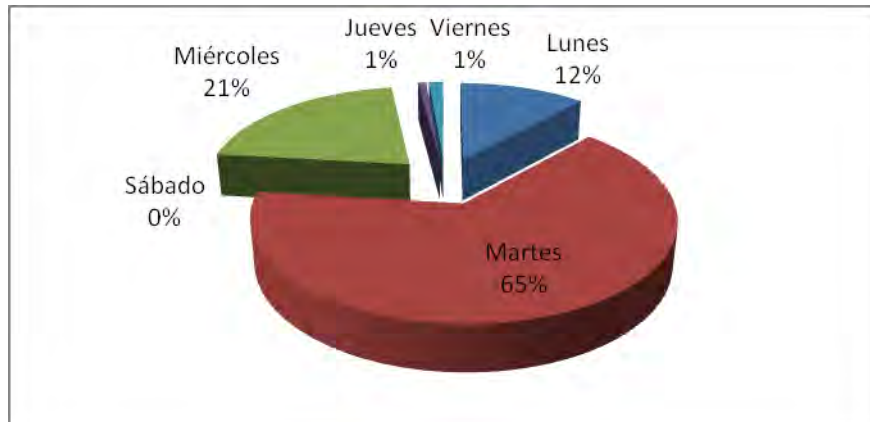


Figura 6.27 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 7.

En la figura 6.28 se observa que para el plástico la producción casi total se da el día martes con un 98%, los días miércoles, jueves y sábado no se registró producción de plástico en el piso 7.



Figura 6.28 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 7.

El martes es el día de mayor producción de materia orgánica en el piso 7, como se ve en la figura 6.29 el viernes es el otro día que contribuye un poco pero demasiado lejos, el resto de los días no se presentó producción de residuos de materia orgánica



Figura 6.29 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 7.

Piso 6

La figura 6.30 muestra que la mayor parte de los residuos son papel con 79.67 Kg a la semana, seguido de lejos por el plástico con 17.1 Kg a la semana, cartón con 7 Kg y la materia orgánica con 4.4 Kg. Al ser los residuos de mayor presencia se les aplicara un estudio más detallado.

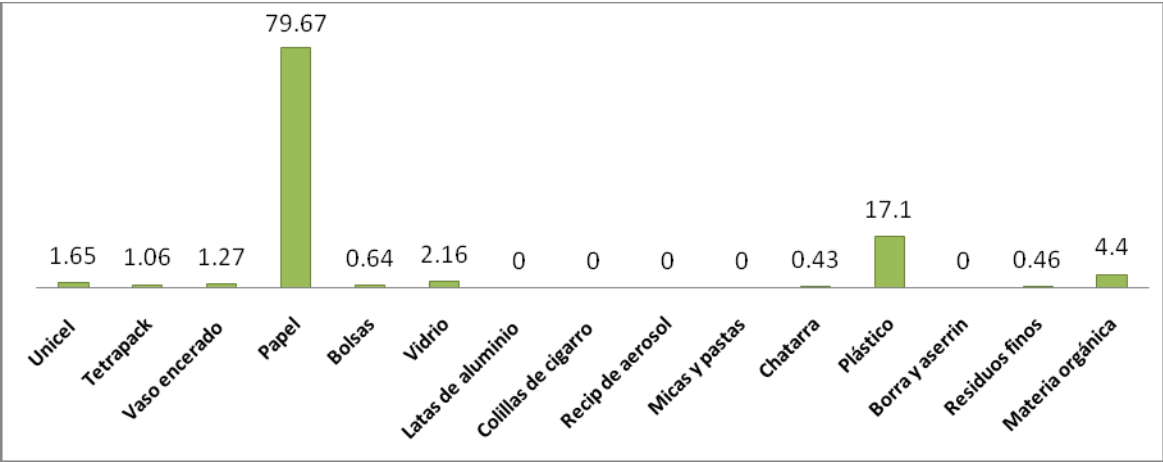


Figura 6.30 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) en el piso 6

El papel es formado principalmente por papel higiénico con 39.64 Kg a la semana y un promedio de 6.60 Kg por día, el papel blanco o bond con 26.03 Kg y promedio de 4.33 Kg al día, el papel de color también figura con 6.97 Kg a la semana y con un promedio de 1.16 Kg diarios información presentada en la figura 6.31.

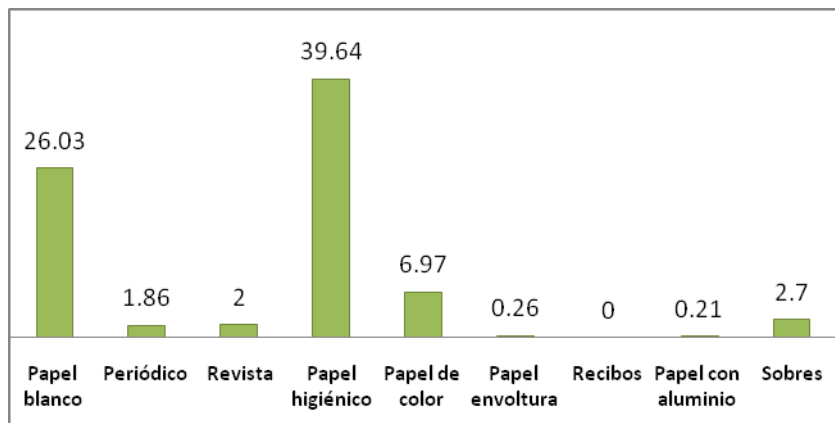


Figura 6.31 Distribución de papel por tipo (Kg) en el piso 6.

Aquí en la figura 6.32 el plástico es principalmente de varios con 9.1 Kg a la semana y un promedio de 1.51 Kg diarios, seguido del PET (4.59 Kg) y el rígido (2.82 Kg) con promedios de 1.14 y 0.70 Kg diarios respectivamente.

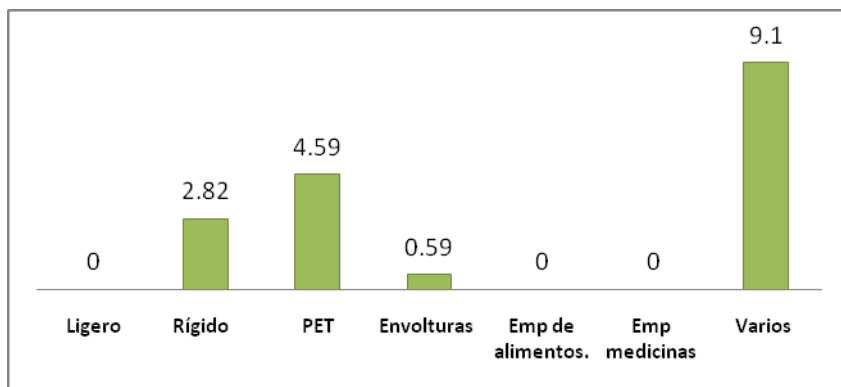


Figura 6.32 Distribución de plástico por tipo (Kg) en el piso 6.

Martes, miércoles y jueves son los días que presentan mayor producción de residuos sólidos en el piso 6 como se observa en la figura 6.33, pero en general se mantiene su producción toda la semana. El viernes por su parte es el día en que menor producción se observó.

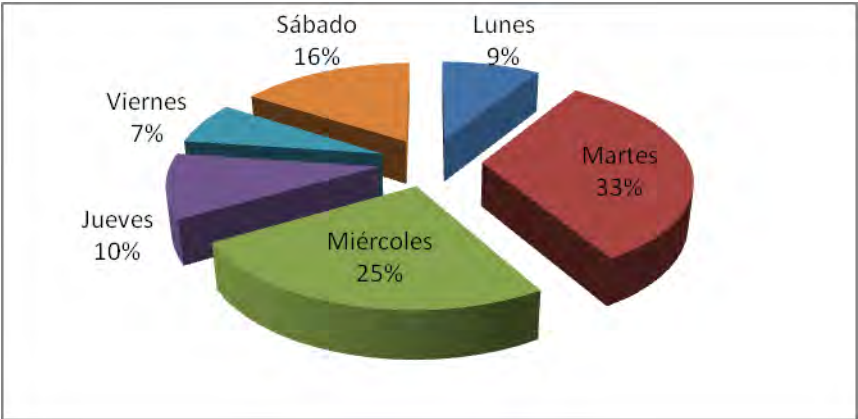


Figura 6.33 Producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 6.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 6.

Para la producción de cartón como lo representa la figura 6.34 se tiene al día martes como el de mayor contribución, seguido del jueves y el lunes queda en tercer lugar, los días de menor producción fueron sábado y miércoles.

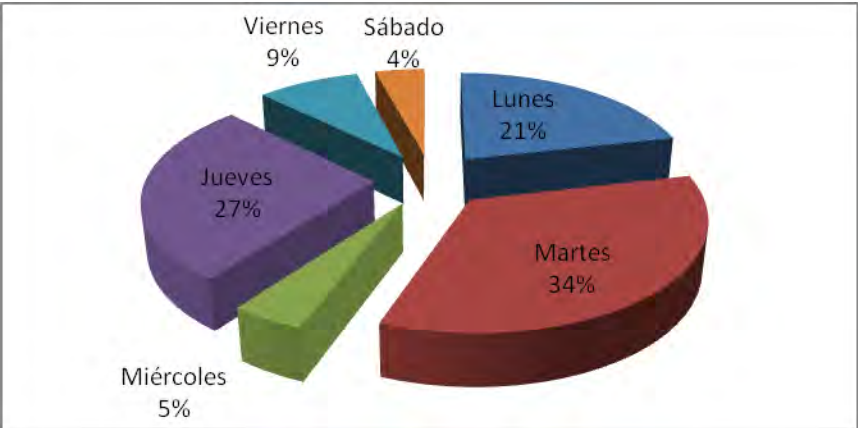


Figura 6.34 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 6.

El papel es producido principalmente entre los días martes y miércoles ambos logran el 59% de la producción semanal total de residuos sólidos según la figura 6.35, jueves y viernes son los días que menos contribuyen con 6% individualmente.

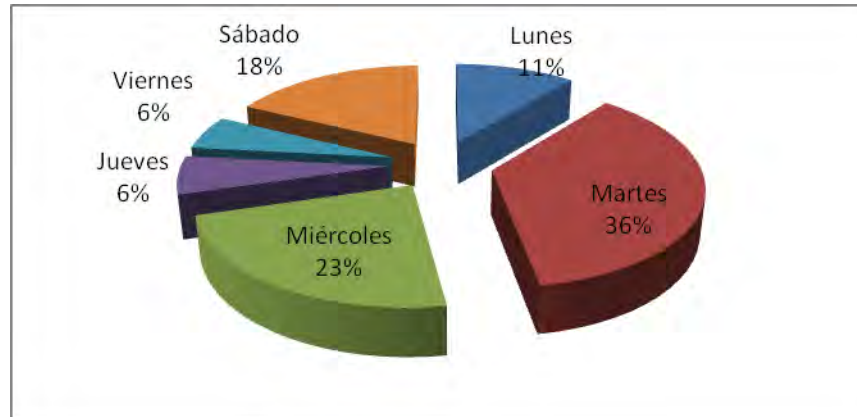


Figura 6.35 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 6.

La producción de plástico es casi constante con alrededor de 2.3 Kg por día, según se detalla en la figura 6.36 con excepción del lunes y miércoles que no contribuyen significativamente con el conteo total de los residuos de plástico.

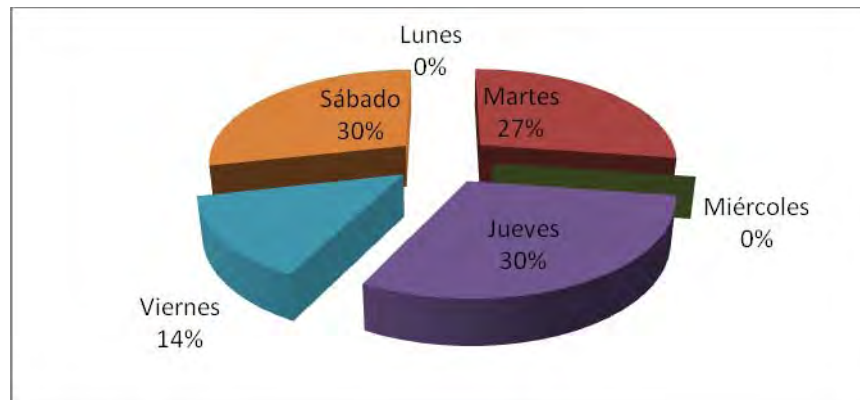


Figura 6.36 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 6.

Piso 5

La figura 6.37 representa que el papel con 103.1 Kg a la semana, el plástico con 34.93 Kg y el cartón con 15.05 Kg semanales son los residuos mas producidos en el piso 5 por lo que se les aplicara un estudio individual más detallado.

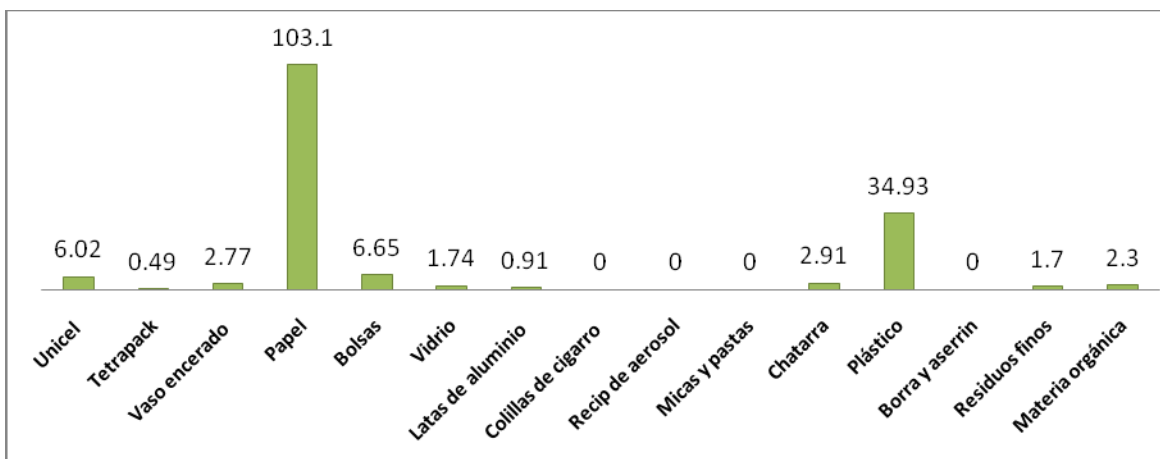


Figura 6.37 Distribución de los residuos sólidos por tipo (Kg) en el piso 5.

En este piso figura el papel higiénico en primer lugar con 48.2 Kg semanales y un promedio de 8.03 Kg diarios, le siguen las revistas con 26.34 Kg y el papel blanco con 16.6 Kg semanales y promedios de 4.39 y 2.6 Kg diarios respectivamente según lo observado en la figura 6.38.

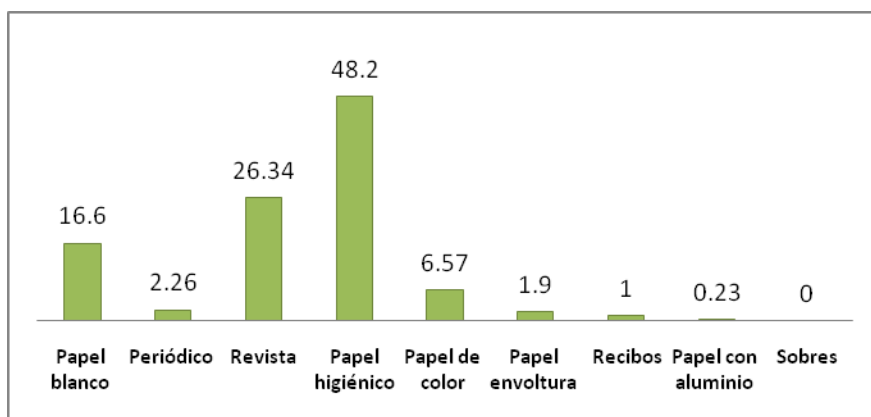


Figura 6.38 Distribución de papel por tipo (Kg) en el piso 5.

Los empaques de alimentos tienen la mayoría con 10 Kg a la semana como se observa en la figura 6.39 con promedio de 1.66 Kg al día, en segundo lugar está el plástico rígido con 9.73 Kg seguido del PET con 9.33 Kg ambos con promedios de 1.62 y 1.55 Kg diarios respectivamente. En general este piso es uno de los que más ha producido plástico de todas las categorías.

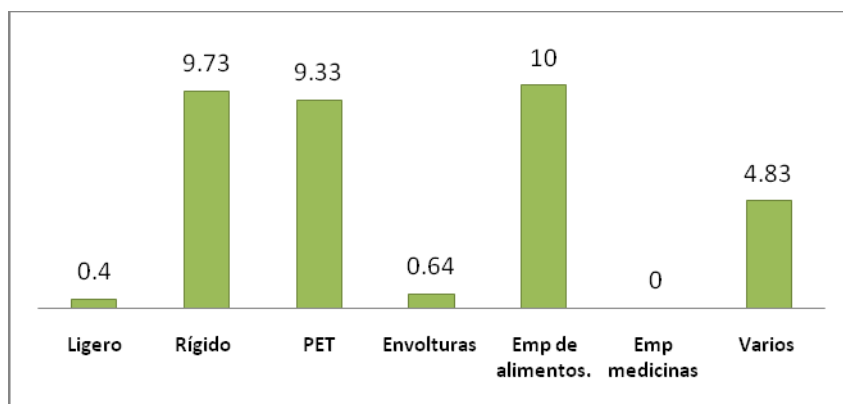


Figura 6.39 Distribución de plástico por tipo (Kg) en el piso 5.

Los días de mayor producción son el martes y miércoles cuya suma es de más del 50% del total según lo rescatado de la figura 6.40, el día de menor producción de residuos sólidos es el viernes con un 7%.

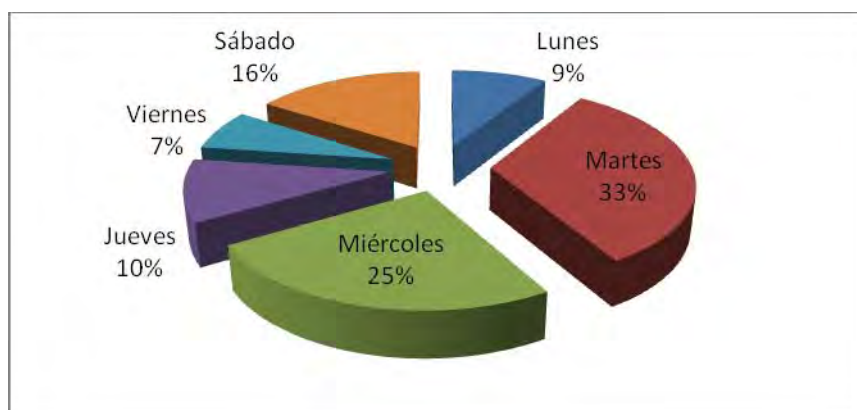


Figura 6.40 Porcentaje de producción de residuos sólidos por día de la semana en el piso 5.

Producción por día de la semana de los residuos más representativos del piso 5.

El cartón registra una mayor producción los días lunes, martes y jueves con más del 80% del total de residuos de cartón semanales como se presenta en la figura 6.41. El sábado y miércoles registran la menor producción semanal.

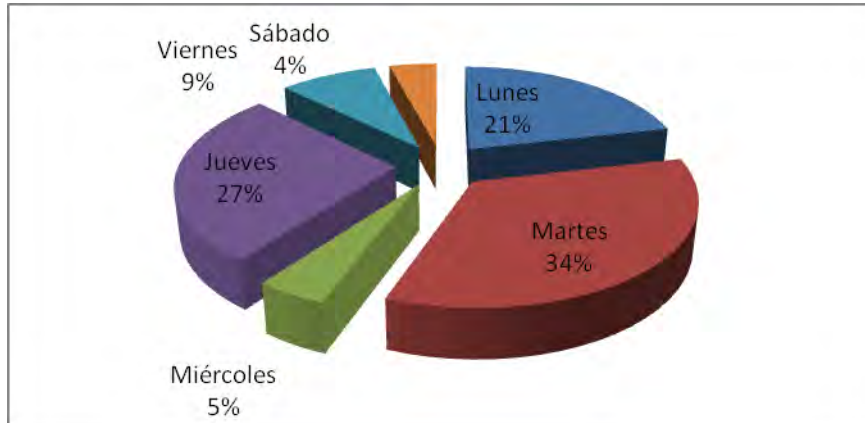


Figura 6.41 Porcentaje de producción de cartón por día de la semana en el piso 5.

De martes a viernes se registra la mayor producción de papel con el 90% del total y siendo el miércoles el de mayor producción con 32% de ese total como se observa en la figura 6.42.

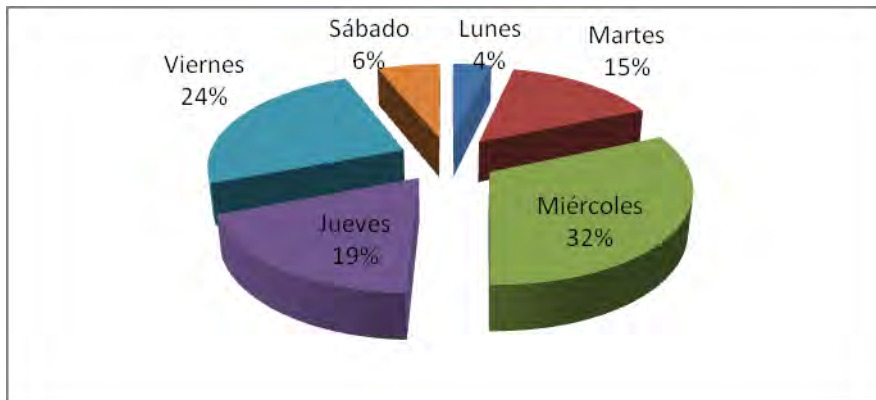


Figura 6.42 Porcentaje de producción de papel por día de la semana en el piso 5.

Como se ilustra en la figura 6.43 el plástico registra una producción enorme el día miércoles con más de la mitad del total y se observa que el sábado es el día de menor producción con solo el 2% del total semanal. El resto de la semana se mantiene casi constante la aportación.



Figura 6.43 Porcentaje de producción de plástico por día de la semana en el piso 5

La producción de materia orgánica en este piso es mayor en la segunda mitad de la semana esto es él, miércoles, jueves y viernes otorgando el 89% del total como lo representa la figura 6.44.

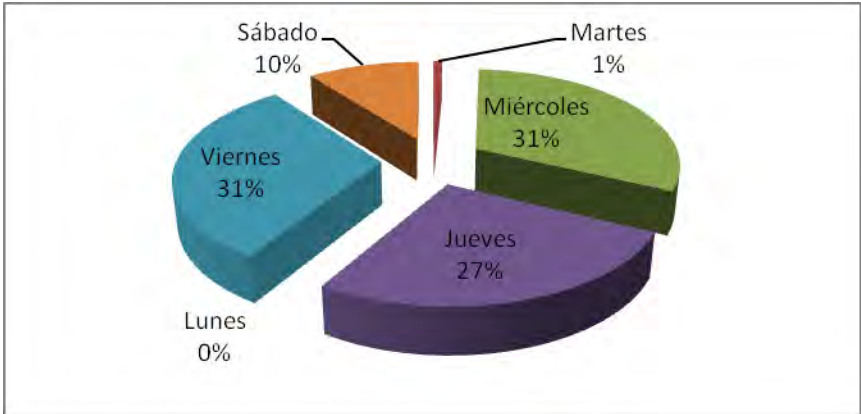


Figura 6.44 Porcentaje de producción de materia orgánica por día de la semana en el piso 5

Comparativa de producción de residuos sólidos entre los pisos estudiados

Con estas dos figuras 6.45 y 6.46 es claro que entre los pisos 5 y 6 se tiene la mayor producción de residuos de papel ambos representan el 51% del total semanal en la segunda grafica se obtiene el total de residuos de papel en una semana esto es 361.4 Kg con un promedio de 60.23 Kg diarios por piso. También de aquí se sabe que el piso que menos papel produce es el piso 9 con 36.38 Kg semanales esto es 6.06 Kg diarios.

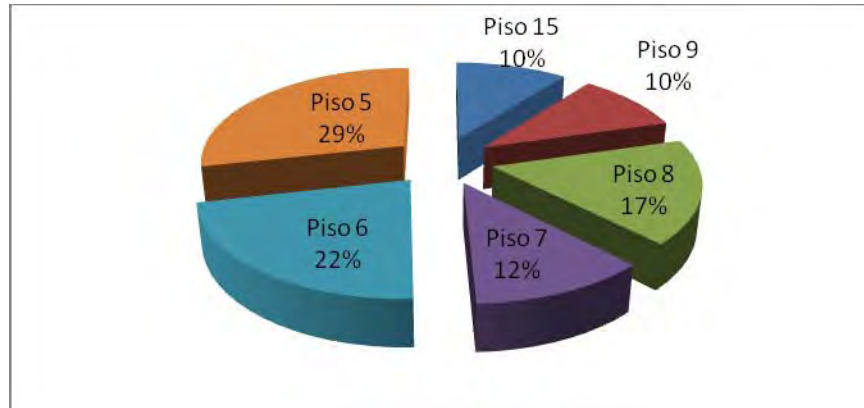


Figura 6.45 Porcentaje de producción de papel por piso

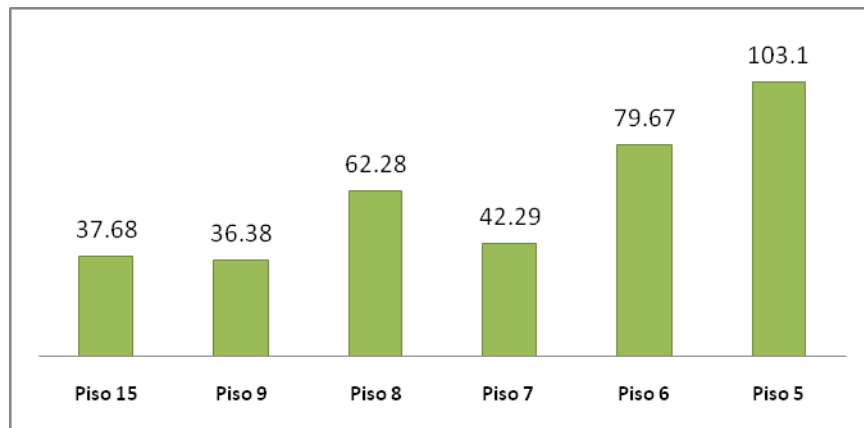


Figura 6.46 Producción de papel por piso en Kg.

Para el caso del plástico es notable que el piso 5 y 8 son los mayores productores contribuyen juntos con el 58% del total semanal esto es 65.22 Kg en el mismo periodo juntos tienen un promedio de 10.87 Kg diarios. El piso 9 produce la menor cantidad de plástico con solo el 5% del total o 5.82 Kg semanales con un promedio de 0.97 Kg diarios de plástico esto al analizar las figuras 6.47 y 6.48.

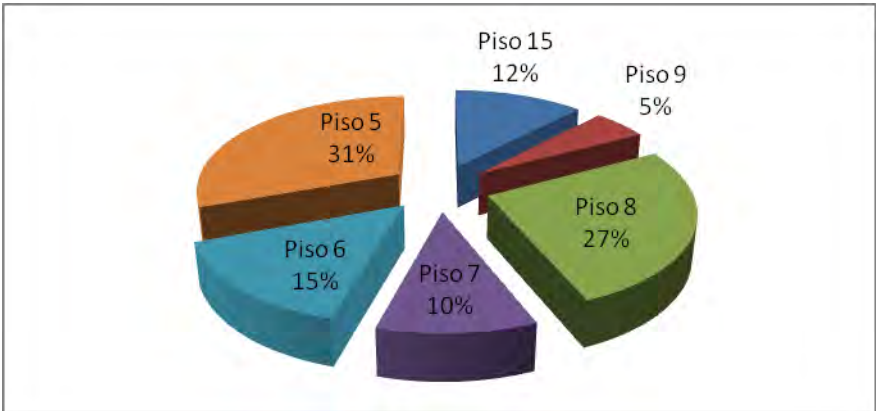


Figura 6.47 Porcentaje de producción de plástico por piso.

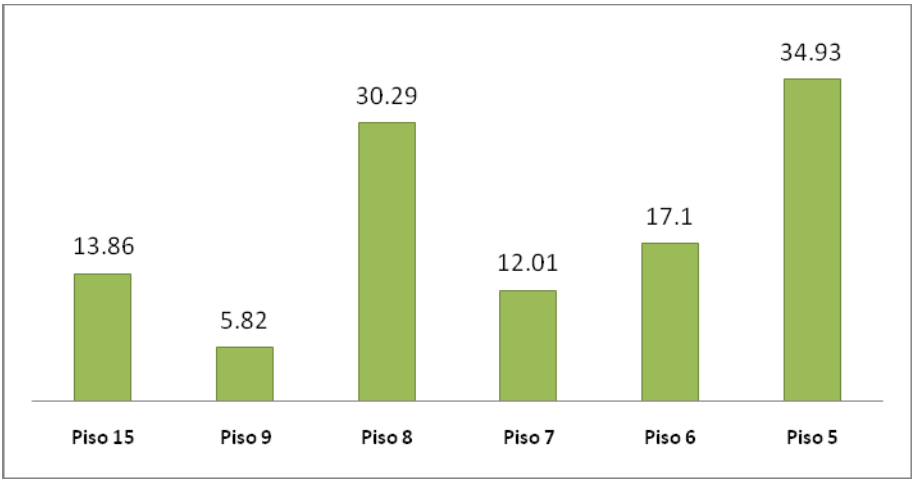


Figura 6.48 Producción de plástico por piso en Kg.

La producción de cartón está regida por los pisos 9, 8 y 5 con el 77% juntos aportan la cantidad de 46.93 Kg según las figuras 6.49 y 6.50, juntos tienen un promedio de 7.8 Kg diarios. El piso 15 es el de menor producción con 1.64 Kg a la semana y un promedio de 0.27 Kg diarios. La producción total de plástico es de 61.03 Kg a la semana con un promedio de 10.17 por día.

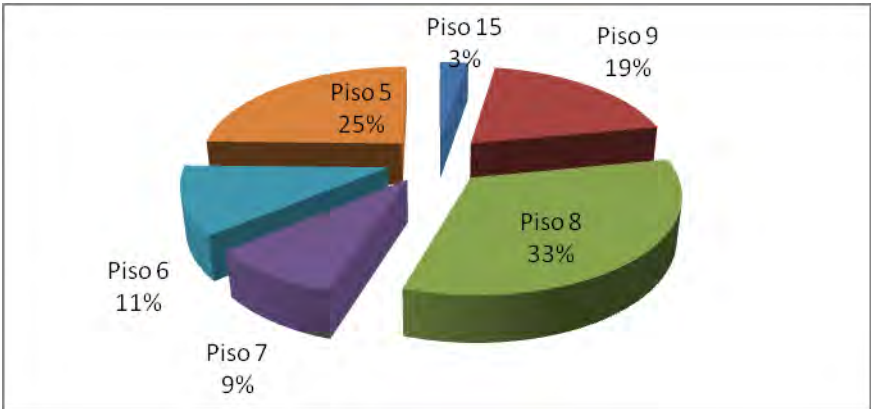


Figura 6.49 Porcentaje de producción de cartón por piso.

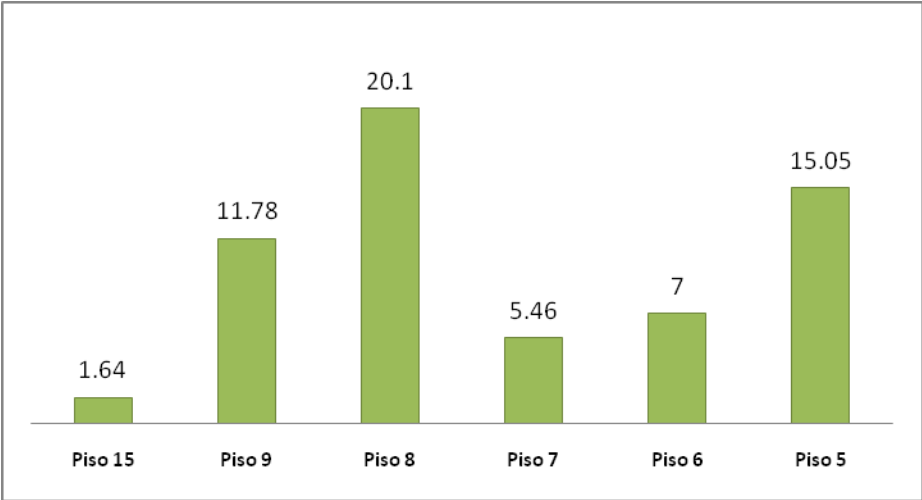


Figura 6.50 Producción de cartón por piso en Kg

La producción de materia orgánica es casi constante del piso 15 al 7 pero el caso del piso 6 es de menor producción de este tipo de residuo con 4.4 Kg de producción semanal, por otro lado, tenemos al piso 5 con 23 Kg semanales y un promedio de 3.83 Kg diarios según lo presentado en las figuras 6.51 y 6.52.

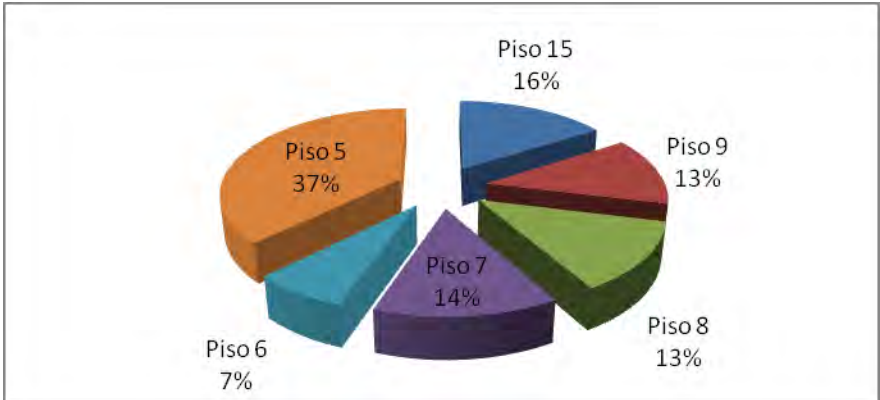


Figura 6.51 Porcentaje de producción de materia orgánica por piso.

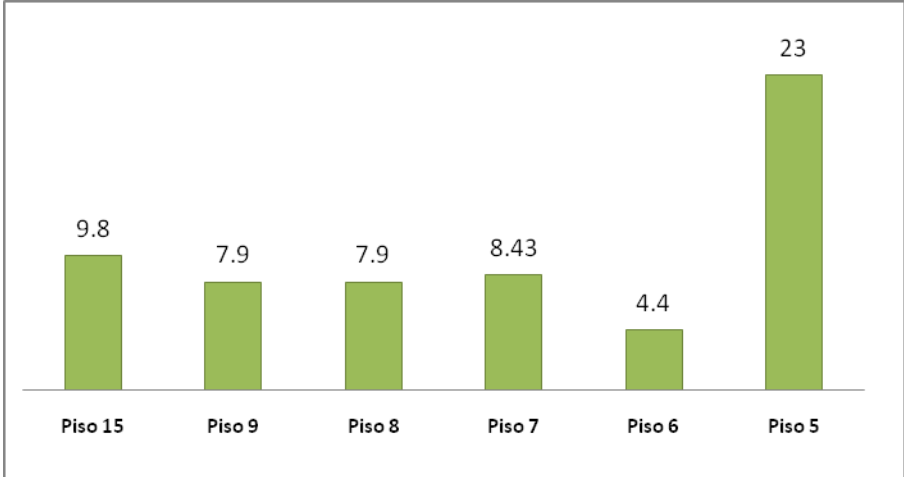


Figura 6.52 Producción de materia orgánica por piso en Kg.

El piso 5 es el mayor productor de residuos sólidos con cerca del 30% del total esto es 201.93 Kg semanales como lo presentan las figuras 6.53 y 6.54 con un promedio de 33.65 Kg, el piso de menor producción es el piso 15 con 74.17 Kg semanales y un promedio de 12.36 Kg diarios. El total de residuos sólidos generados es de 683.32 Kg semanales con un promedio de 113.88 Kg diarios.

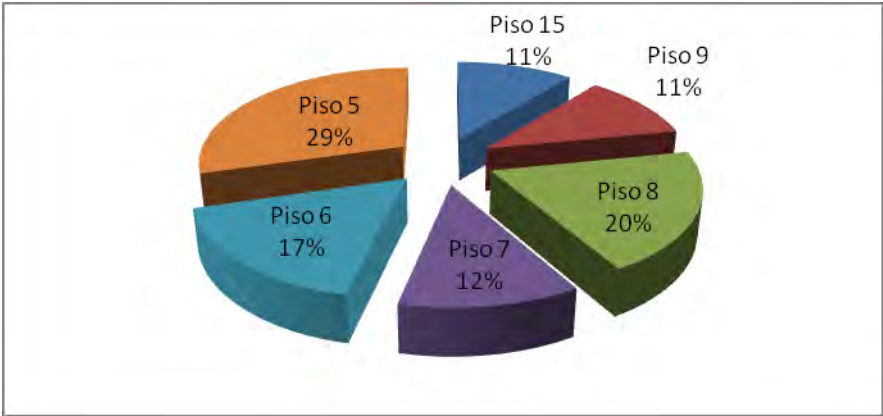


Figura 6.53 Porcentaje de producción de residuos sólidos por piso.

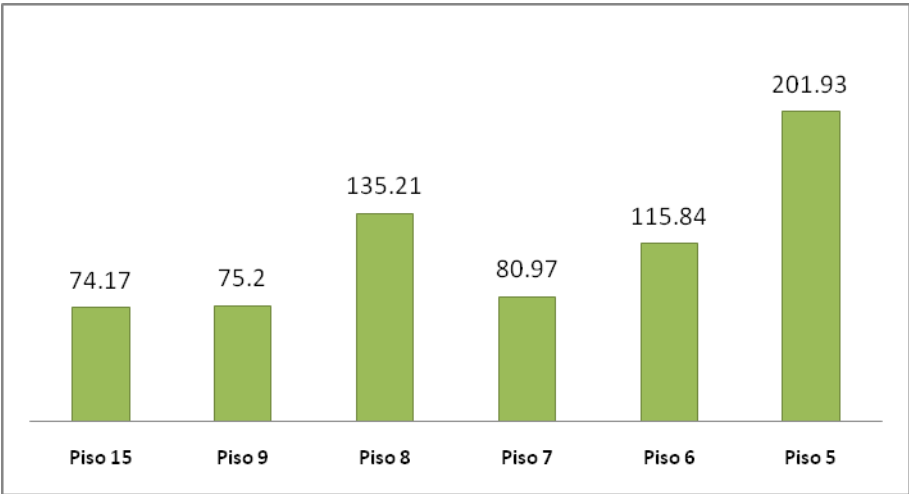


Figura 6.54 Producción de residuos sólidos por piso en Kg.

En esta figura 6.55 es claro que la mayor parte de los residuos producidos son papel higiénico, papel blanco, cartón y materia orgánica. Estos residuos tienen promedios de 30.67, 13.96, 10.17 y 10.32 Kg diarios respectivamente. El gran total es de 683.32 Kg en seis días lo que nos da un promedio diario de 113.88 Kg solo en los pisos estudiados.

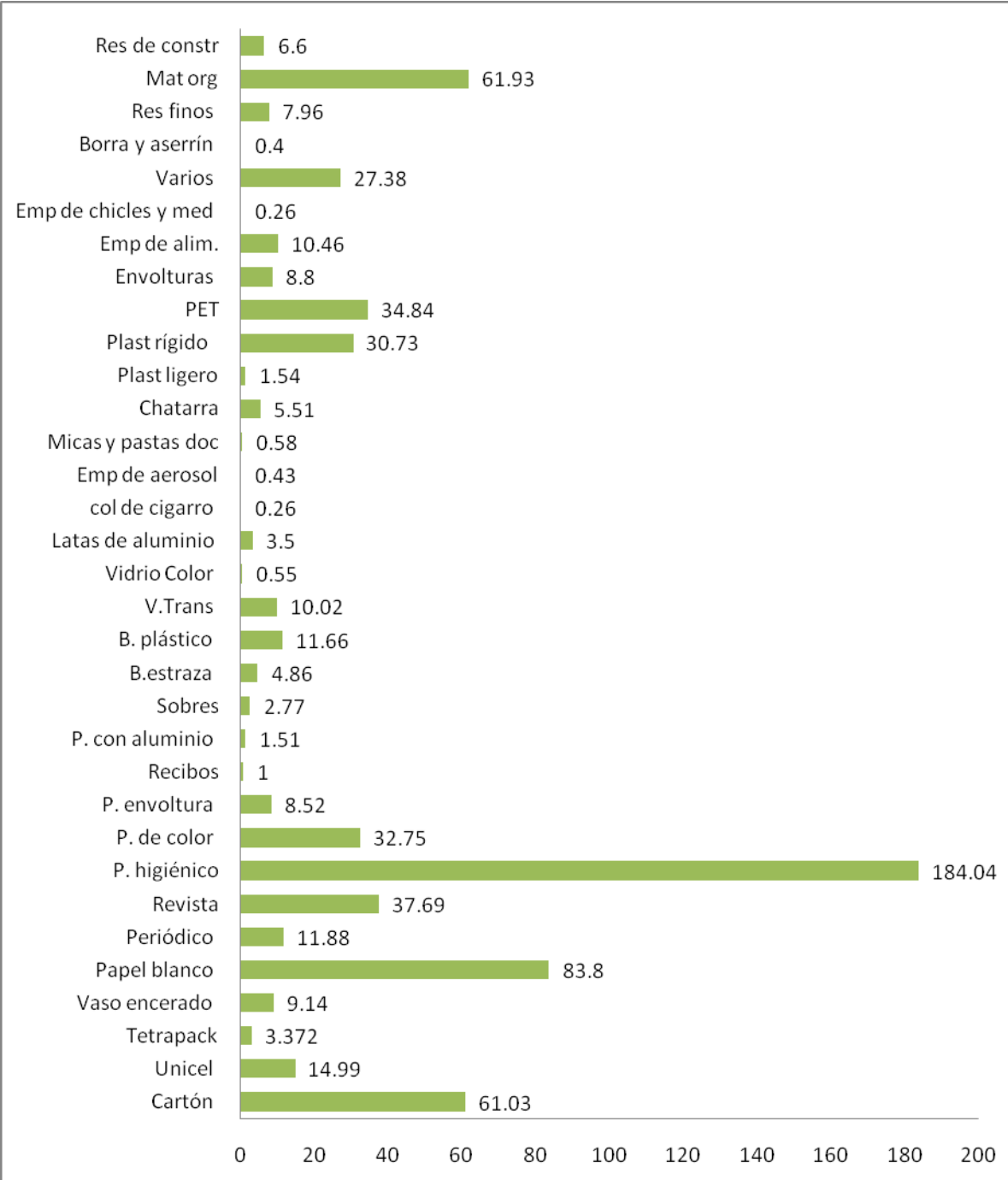


Figura 6.55 Distribución de los totales de los residuos sólidos en Kg producidos en todos los pisos estudiados.

6.2 Resultados del cuestionario aplicado a los empleados

En los resultados presentados a continuación solo se presentara el número de la pregunta y sus respuestas tanto en porcentaje como en número total. De la población laboral total de 700 empleados se eligieron al azar 138 para que el experimento fuera representativo; las preguntas 4, 5, 13, 17 y 18 tienen el objetivo de saber que tan dispuestos están los empleados a favorecer la disminución en la generación de residuos sólidos en la empresa, el resto persiguen la meta de saber que tan informado esta el personal laboral acerca de la importancia de depositar los residuos sólidos de manera correcta, tanto para su salud como para la conservación del ambiente. Por último la pregunta 11 se realizó para saber si ha existido algún problema de insalubridad en el complejo.

Como se ve en las figuras 6.56 y 6.57 la mayoría del personal sabe los problemas de salud que causa una mala disposición de los residuos sólidos, por otro lado ellos no cuentan con la suficiente información acerca de qué hacer con los residuos que producen, esto es, en dónde depositarlos; por último la gran mayoría tiene interés en aprender a consumir o cambiar sus hábitos para mejorar la situación de su empresa.

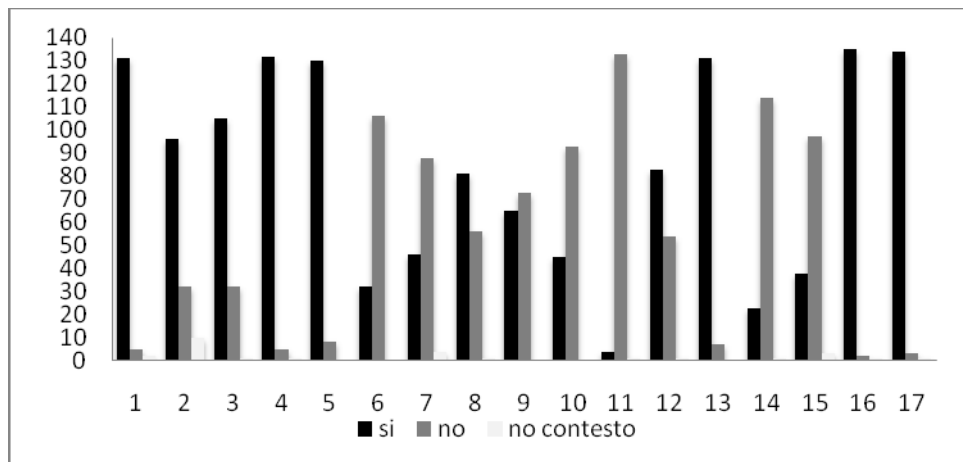


Figura 6.56 Muestra la distribución de las respuestas del cuestionario realizado.

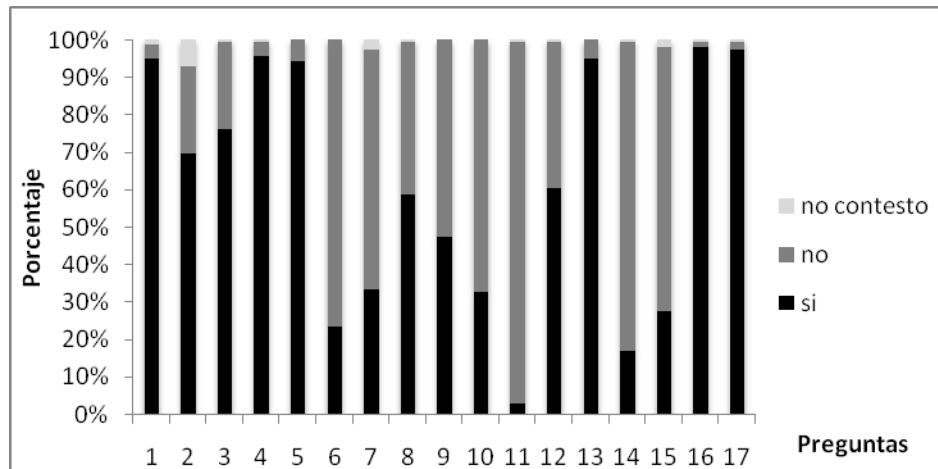


Figura 6.57 Muestra los resultados en porcentajes.

Ejemplos particulares

En esta pregunta se observa la falta de información en cuanto al valor de los residuos sólidos, esto origina que no se le da la importancia a la separación y por tanto se explica la mezcla de residuos reciclables con otro tipo de residuo. En la figura 6.58, se muestra la cantidad expresada en porcentaje de personas que desconocen el valor de los residuos.

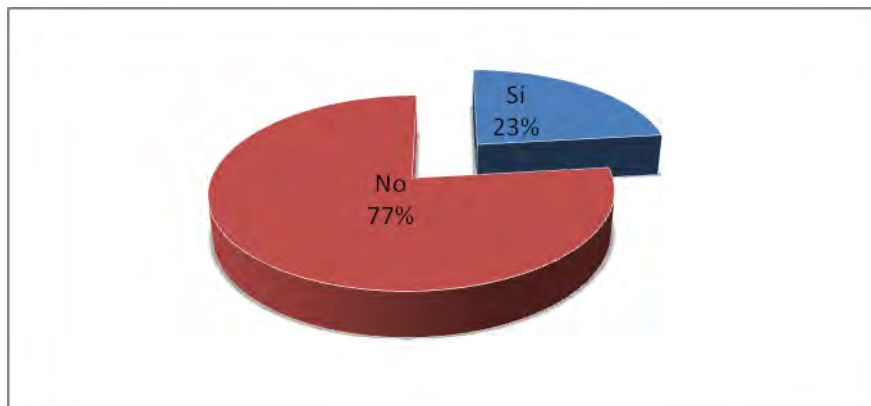


Figura 6.58 Muestra los resultados de la pregunta 6.

Según lo representado en la figura 6.59 un preocupante 64% de los entrevistados, no conoce que hacer con un tóner que ya no utiliza por lo que lo depositan sin más en el cesto de basura. Esto es una gran cantidad, si se toma en cuenta el número de impresoras que manejan en el edificio.

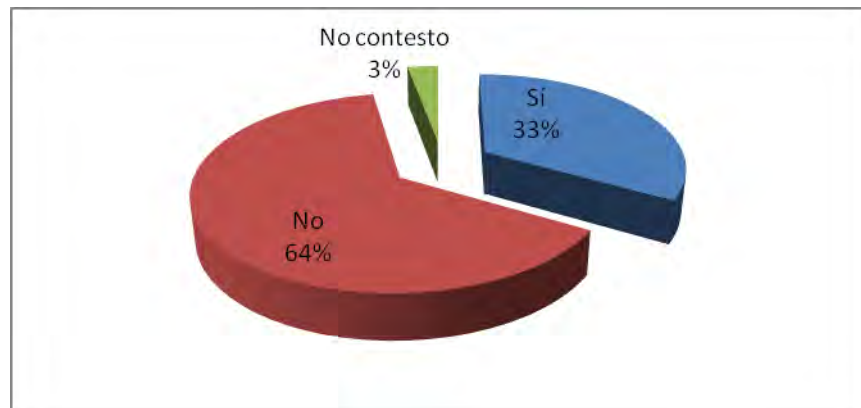


Figura 6.59 Muestra los resultados en porcentaje de la pregunta 7.

Más de la mitad de los trabajadores como se observa en la figura 6.60, desconocen los daños causados por la mala disposición del Unicel, una cifra negativa ya que es uno de los residuos de mayor producción en el edificio.

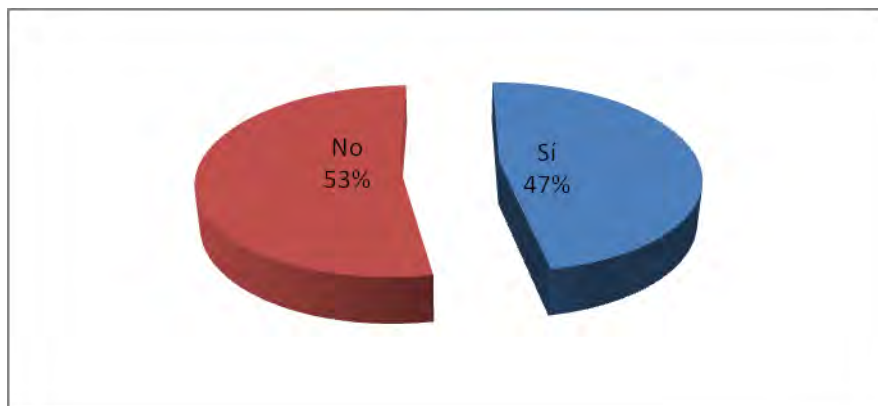


Figura 6.60 Muestra los resultados de la pregunta 9.

Según la figura 6.61, la mayoría de los entrevistados no sabía de la realización del estudio de generación de residuos sólidos en el edificio, lo que habla de un problema de comunicación dentro del complejo. Esto puede explicar la falta de eficiencia de los programas establecidos al interior del edificio.

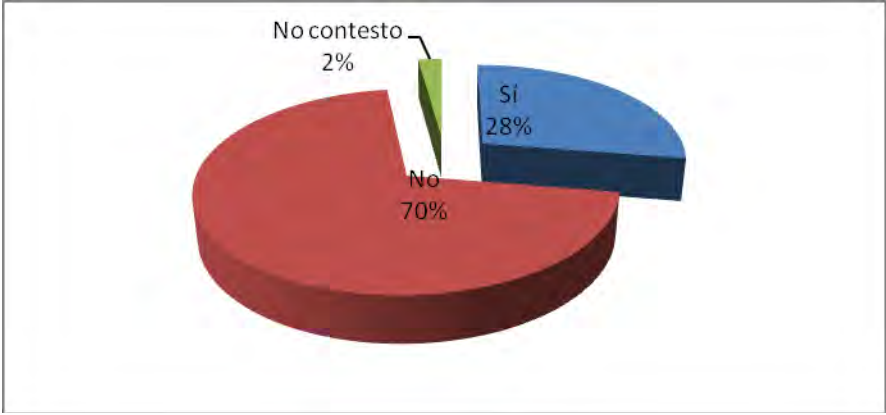


Figura 6.61 Muestra los resultados de la pregunta 16.

Esta figura 6.62 es de gran importancia para este estudio ya que muestra el interés por conocer alternativas para la reducción y el correcto manejo de los residuos sólidos. Aquí aunque sólo es el 5% existen aún personas que no les interesa la situación grave que atraviesa la capital en relación con la disposición de los residuos sólidos.

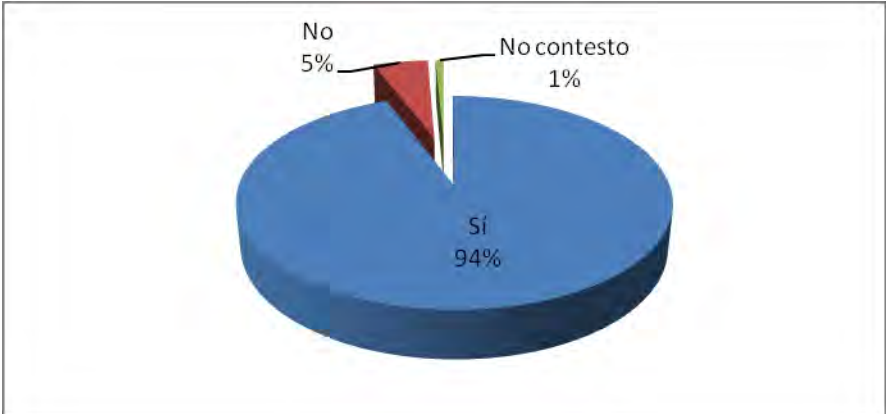


Figura 6.62 Muestra los resultados de la pregunta 13.

De las 138 personas entrevistadas 3 no están dispuestas a cambiar sus hábitos de consumo, no les interesa la disminución de los residuos sólidos como lo presenta la figura 6.63. Sin duda una mala señal ya que se esperaría que todos los mexicanos somos consistentes de la situación de los residuos sólidos.

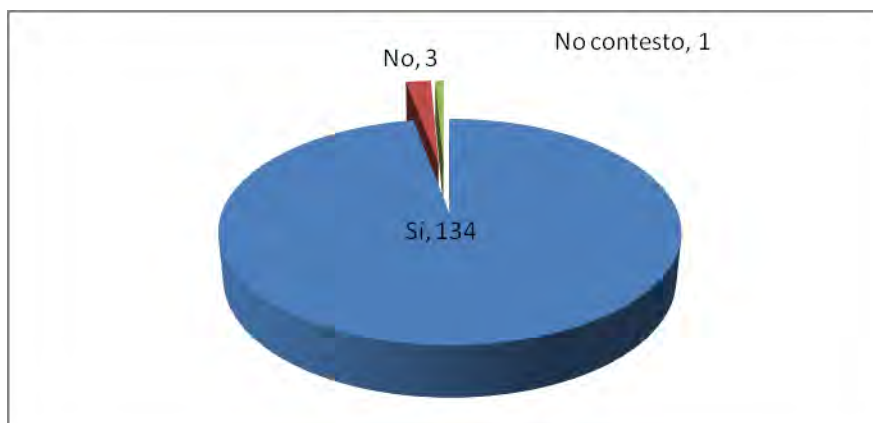


Figura 6.63. Muestra los resultados de la pregunta 17.

6.3 Análisis de resultados

Producción general de residuos sólidos en el edificio

La empresa que permitió el estudio emplea 6 pisos el 5, 6, 7, 8, 9 y 15, esta cuenta con una fuerza laboral de 700 personas. Se sabe que este complejo entra en la clasificación de generadores de residuos sólidos del D.F en el sector de servicios, por lo que según datos de la Secretaria del Medio Ambiente debe generar alrededor de 0.179 Kg/empleado/turno.

De los datos obtenidos se observa además una clara tendencia de mayor producción los días martes, miércoles y jueves de cada uno de los residuos analizados. Además se tiene información referente a que los pisos de mayor producción de residuos sólidos de todo tipo son el 5, 8 y 6 en ese orden, tan solo el piso 5 contribuye con un tercio de la producción semanal de residuos sólidos. Como se observa en la tabla 6.0 en los residuos de mayor producción también aparece el piso 5.

De los residuos que más se producen tenemos los siguientes datos:

Tabla 6.0 Pisos con mayor producción de residuos sólidos a la semana en el edificio.

Residuo	Pisos que mas producen en orden de magnitud	Cantidad producida a la semana en esos pisos (kg)
Papel	5, 6 y 8	245.05
Cartón	8, 5 y 9	46.93
Materia orgánica	5 y 15	32.8
Plástico	5,8 y 6	82.32

Estos pisos representan más de la mitad del total de los residuos generados en el edificio, se manejan cantidades de papel y cartón casi iguales a los residuos que si son separados. En la tabla 6.1 se muestra la cantidad de residuos separados a la semana en la empresa.

Tabla 6.1 Situación actual del acopio de material reciclable en la empresa

Residuo separado	Cantidad (kg) semanal	Cantidad (kg) mensual	Cantidad (kg) Anual
Cartón	62	248	2,976
Papel blanco	100	400	4,800
PET	20	80	960
Pilas	100 piezas		

En la empresa aunque se cuenta con un sistema de separación es casi la mitad de estos los que se mezclan y tiran con el resto de los residuos tal y como lo muestra la tabla 6.2.

Tabla 6.2 Comparación entre los materiales separados y lo desechados en la empresa

Residuo	Cantidad Separada semanal (kg)	Cantidad Desechada semanal (kg)	Cantidad Separada mensual (kg)	Cantidad Desechada mensual (kg)	Cantidad Separada anual (kg)	Cantidad desechada anual (kg)
Cartón	62	61.03	248	244.12	2,976	2,929
Papel blanco	100	83.8	400	335.2	4,800	4,022
PET	20	34.84	80	139.36	960	1,672

En la figura 6.64 se puede observar la cantidad de papel presente en las bolsas de residuos sólidos a pesar de los contenedores especiales instalados.



Figura 6.64 Residuos mezclados

Una explicación es la falta de información o compromiso que tiene el personal que labora tanto en la limpieza como en la oficina. En la figura 6.65 se muestran los contenedores para diferentes residuos presentes en el edificio. Se puede decir que cumple con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) a medias, ya que en su art 1° fracciones I, III y IV establece entre otras cosas, la separación básica y disminución de residuos sólidos urbanos.



Figura 6.65 Programas internos de separación

6.4 Calculo de generación *per-capita* en el edificio

Para obtener el valor de generación *per-capita* se tomo como base la Norma Mexicana NMX-AA-061-1985 para determinar la generación de los residuos sólidos, la cual otorga la siguiente ecuación

$$\text{Gen Per} = \frac{\text{Kg de residuos recolectados}}{\text{No. Empleados}}$$

Primero se calculara el valor de la generación *per-capita* sólo para los residuos que se encontraron mezclados en los contenedores de basura, los cuales tienen un peso total del 683.22 Kg semanales o 113.88 kg diarios.

Por otro lado se sabe que la fuerza laboral presente en dichas oficinas asciende a 700 empleados por lo que al sustituir los datos en la formula se obtiene lo siguiente.

$$\text{Gen Per} = \frac{113.88 \text{ Kg día}}{700 \text{ empleados}} = 0.162 \text{ Kg día empleado}$$

Ahora para obtener el valor de los kilogramos totales reales se sumaron los residuos mezclados en los botes de basura más los residuos separados en la empresa mediante los programas internos, dando como resultado 863 Kg. Este resultado a su vez se divide entre 6 que son los días que se realizó el estudio y se obtiene 143.83 Kg al día obteniendo ahora el siguiente número

$$\text{Gen Per} = \frac{143.83 \text{ Kg día}}{700 \text{ empleados}} = 0.205 \text{ Kg día empleado}$$

Si se toma como base los datos otorgados por la SMA en 2007, este tipo de edificios tenía una generación de 0.179 Kg/empleado/día, dato que como se puede observar dista mucho de la situación actual.

6.5 Obtención del peso volumétrico *in-situ*

Para obtener el Peso Volumétrico *In situ* se aplicó la NMX-AA-19-1985.

Se hizo la determinación del peso total de los residuos sólidos, de acuerdo a los parámetros técnicos. En la determinación se empleó un tambo con capacidad de 125 L. Tal como se muestra en la figura 6.66.

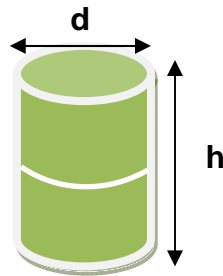


Figura 6.66. Bote de plástico con capacidad de 125 L.

A continuación y como se ilustra en la figura 6.67, se pesó el recipiente vacío, tomando este peso como tara del recipiente. El recipiente se llenó con los desechos sólidos homogenizados de los sectores A y C o B y D del cuarteo, y se acomodaron perfectamente dentro del recipiente, teniendo cuidado de no presionar los desechos al colocarlos en el tambor, con la finalidad de no alterar los datos de densidad, así mismo se golpeó el recipiente contra el suelo, tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm., y nuevamente agregar residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el bote.



Figura 6.67 Secuencia para obtener el Peso Volumétrico "*In situ*".

Finalmente se obtuvo el peso de la basura por diferencia, entre la tara y el peso del recipiente conteniendo a los desechos sólidos; calculándose después el peso volumétrico *in situ* de los residuos.

peso neto residuos = peso recipiente lleno – peso recipiente vacio

La ecuación 2 y 3 se emplearon para el cálculo de volumen y peso volumétrico

Ecuación 2.

$$Vol = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h$$

Donde:

Vol. = volumen del recipiente

D = diámetro del recipiente

h = altura del recipiente

Ecuación 3.

$$V_{total} = V_1 + V_2$$

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresión (ecuación 4):

Ecuación 4.

$$P_s = \frac{G_1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G₁ = Peso del subproducto considerado, en Kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra.

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

Resultados del cálculo del peso volumétrico *in situ* de los residuos.

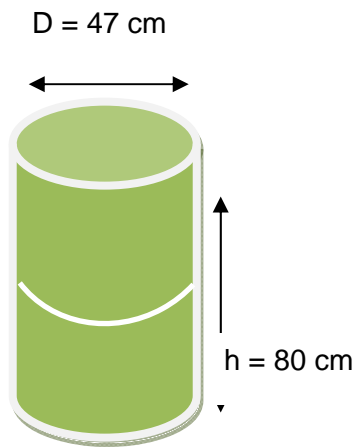
Finalmente se debe obtener el peso de la basura por diferencia, entre la tara y el peso del recipiente conteniendo a los desechos sólidos; calculándose después el peso volumétrico *in situ* de los residuos.

$$\text{peso neto residuos} = \text{peso recipiente lleno} - \text{peso recipiente vacío}$$

$$\text{peso neto residuos} = 22 \text{ Kg} - 3.10 \text{ Kg}$$

$$\text{peso neto residuos} = 18.9 \text{ Kg}$$

Cálculos de volumen y peso volumétrico.



$$\text{Vol} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h$$

Donde:

Vol. = volumen del recipiente

D = diámetro del recipiente

h = altura del recipiente

$$V_1 = \frac{\pi \times (47 \text{ cm})^2}{4} \times 70 \text{ cm}$$

$$V_1 = .1214 \text{ m}^3$$

Unidades ya convertidas a metros

$$V_2 = \frac{\pi \times (23.5 \text{ cm})^2}{4} \times 10 \text{ cm}$$

$$V_2 = 4.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Unidades ya convertidas a metros

$$V_{total} = V_1 + V_2 \quad V_{total} = .1257 m^3$$

El peso volumétrico del residuo sólido se calculó mediante la siguiente fórmula.

Donde:

$$P_v = \text{peso volumétrico de los residuos sólidos} \quad \frac{Kg}{m^3} \quad P_v = \frac{P}{V}$$

P = peso de los residuos (peso bruto menos tara) en Kg

V = volumen del recipiente en m^3

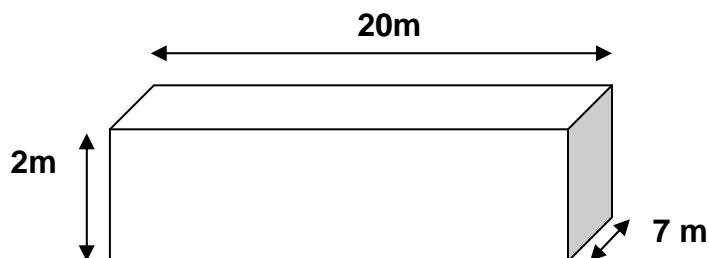
$$P_v = \frac{18.9 \text{ Kg}}{.1257 \text{ m}^3}$$

$$P_v = 150.35 \frac{Kg}{m^3}$$

Peso volumétrico de los residuos.

Este resultado sirve para conocer el tamaño de los recipientes de basura que se requieren y el área que se requiere para su almacenaje durante algunos días y el área que ocupan en un relleno sanitario.

Con la producción actual de residuos que asciende a 863 Kg a la semana este complejo necesita un espacio de almacenamiento de casi $6 m^3$. Con este número también se puede saber cuánto espacio se requiere para almacenar los residuos de la empresa en el relleno sanitario Bordo Poniente en un año, esta cifra es de $275.51 m^3$. Esto equivale a la figura 6.68.



6.68 Contribución en espacio de los residuos anuales producidos en el edificio para el Bordo Poniente

Análisis de resultados para los residuos más representativos

Unicel (Poliestireno expandido)

El Unicel es uno de los residuos mas engañosos dada su baja densidad (10-30 Kg/m³)^[20], pareciera que es un residuo que no se produce tanto (15 Kg a la semana) pero, el volumen que ocupa un envase de este material es considerable; la importancia de disminuir su consumo radica en la falta de espacio para desechar la basura tanto a nivel doméstico como a nivel estatal, además de su difícil reciclaje.

El Unicel o Poliéstireno Expandido muestra poca estabilidad con sustancias que desgraciadamente se encuentran en los residuos sólidos de nuestro país como son: disolventes orgánicos, hidrocarburos, aceites y diesel. Al presentar poca o nula estabilidad con estos agentes, el Poliéstireno se disuelve generando mayor contaminación. Al quemarse genera vapores y humo tóxico con presencia de CFC's en algunos casos (conciencia ambiental, 2009). En la figura 6.69 se ilustra la cantidad de vasos y platos encontrados en los residuos del edificio.



Figura 6.69 Residuos de Unicel

Al realizar un estudio más detallado de los resultados obtenidos se obtienen datos bastante interesantes, por ejemplo si tomamos la masa de un plato de Unicel de 16 cm x 21.5 cm que es de 3.8 g, estamos hablando que a la semana se consumen 3,947 platos de este material y la enorme cantidad de 189,456 platos al año, pero sí en cambio tomamos la masa de un vaso de 250 mL de 1.73 g tendríamos una cantidad de 8,670 vasos a la semana y una cantidad de 416,160 vasos al año. En este sentido un empleado consume 12 vasos a la semana dos al día los cuales fácilmente se pueden eliminar llevando su propia taza

PET

Los resultados indican una generación de 34.84 Kg de PET que es desechado, aun con un sistema de recolección dentro de la empresa, el personal tanto laboral, como de limpieza no respeta las acciones que la dirección del consorcio ha tomado.

Si se toma la masa de una botella de 1 litro de agua, la cual es de 27.03 g y si se tiene que se generan 34.84 Kg da un valor de 1,289 botellas en solo una semana y la cantidad por año asciende a 61,872 botellas. Estos datos son una mera aproximación ya que también existían botellas de menor capacidad como, 500mL o 350mL lo que sin duda, cambiaria las cantidades obtenidas.

Lo que debe preocupar es que los datos presentados corresponden a sólo una empresa, por lo que al realizar el estudio en todos los edificios empresariales y de oficinas la cantidad realmente es enorme y por tanto es necesario un plan de manejo orientado a la disminución de la producción de botellas de PET o simplemente su correcto y completo reciclaje.

Tan solo en el D.F se tiene una demanda de 55,800 toneladas al año y con un porcentaje de recuperación del 36.7 % ^[17], es necesario implementar un programa de vigilancia o sanciones dentro de la empresa, para evitar que más de la mitad botellas de PET generadas en la empresa, sigan depositándose junto a los desechos. En la figura 6.70 se muestra la grave situación del PET que es depositado en las bolsas de basura, también se observa el numero de empaques de comida desechados por los empleados.



Figura 6.70 Caja con botellas de PET y empaques encontrados en las bolsas de basura.

Bolsas de plástico

El estudio de generación aplicado arroja una cantidad de 11.66 Kg de bolsas de plástico a la semana en los pisos estudiados, es una cantidad enorme y principalmente causada por el empaque de comida que se consume en el lugar, se encontraron ejemplos en que se usaba una bolsa de tamaño mediano, para transportar un simple vaso de Unicef con café o empaques de comida, es decir se empaca dos veces la comida.

Los datos hasta este punto parecen algo normal, pero haciendo un pequeño cálculo con la masa de una bolsa mediana que es de 4.78 g y si dividimos la masa de las bolsas generadas con este número, se obtiene un valor de 2,427 bolsas en una semana o 116,485 en un año; este edificio es un gran generador de bolsas de plástico cada empleado utiliza 3.4 bolsas a la semana.

En el Distrito Federal se ha prohibido que los centros comerciales proporcionen bolsas de plástico en la entrega de productos. Los diputados locales otorgaran un plazo de un año para sancionar a las tiendas de autoservicio que violen la disposición, las cuales podrán ser acreedoras a un arresto de 36 horas y multas de mil a 20 mil días de salario mínimo vigente.

Papel blanco y de color

Al ser oficinas administrativas era de esperarse una gran cantidad de papel, en este estudio se obtuvo una cantidad de 83.8 Kg junto con los desechos de papel blanco, más 32.75 Kg de papel a color y 100 Kg mas que son separados nos da un total de 216.55 Kg de papel a la semana o 10,394 Kg que son usados en el edificio al año. Aunque se cuenta con un sistema de separación, no se colecta la totalidad del papel, se tiene una eficiencia de apenas el 46 %, por lo que se debe poner especial atención a este residuo. En la figura 6.71 se muestra la cantidad de papel que va a pesaje.



Figura 6.71 Pesaje de papel blanco.

Cartón

Este residuo es principalmente causado por el embalaje de artículos de papelería como hojas blancas, cajas de computadoras y en algunos casos de alimentos como pizzas. La cantidad generada de este residuo en el edificio es de 61.03 Kg a la semana, casi 3000 Kg al año, por lo que se debe disminuir su producción de inmediato.

El cartón es 100% reciclable al menos que este sucio por hidrocarburos o plastificado, con él, se pueden fabricar nuevos productos como cuadernos, nuevas cajas o papel de estraza. Es necesario implementar un sistema de recolección para este residuo dentro de la empresa.

Al igual que el reciclaje del papel, el cartón también ayuda a la disminución en la generación de residuos sólidos que van a disposición final, sin tomar en cuenta claro, los ahorros en energéticos. En las figura 6.72 y 6.73 se muestra la cantidad y tipo de cartón encontrados durante el estudio.



Figura 6.72 Contenedor con cartón listo para el pesaje.



Figura 6.73 Cartón después de la separación

Materia orgánica

Este residuo coopera con 61.93 Kg para la suma total de los residuos sólidos producidos por el edificio, un 9% de la suma final para ser exactos, al año este edificio genera 2,972 Kg de materia orgánica. En la fracción I del Artículo 24 de la Ley de Residuos Sólidos del DF establece... “que es responsabilidad de toda persona física o moral separar, reducir y evitar la generación de residuos sólidos”, además que el Artículo 33 de dicha ley dicta... “que los residuos sólidos deben depositarse en contenedores separados para su recolección, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final”, obligaciones que claramente no son cumplidas en el edificio estudiado.

Una explicación de esta gran cantidad de materia orgánica en un edificio de oficinas es que este cuenta con un restaurante en el piso 5 y una cafetería en el piso 8, juntos, hacen que este edificio salga del promedio de generación de este tipo de residuo. En la figura 6.74 se muestra comida que incluso no fue tocada es decir sólo se compró y luego fue tirada.



Figura 6.74 Pesaje de materia orgánica

Papel sanitario

La producción de papel sanitario en este edificio es de 184.04 Kg a la semana o 8,833 Kg al año, es una cifra que sale demasiado del promedio en edificios de este tipo, mantiene un promedio de 30.6 Kg al día, realizando unos simples cálculos obtenemos que se desechan 43.71 g por empleado, esto es, una tercera parte de un rollo estándar de 47.5 m de longitud o casi 16 m de papel por día por empleado.

Es sorprendente la cantidad de papel sanitario que utilizan los empleados en una jornada laboral, esto puede verse en las figuras 6.75 y 6.76, no es normal que se utilice esa cantidad de metros, es urgente que la empresa racionalice el papel para evitar ese orden de desperdicio, la inclusión de despachadores o secadores eléctricos puede ser una medida realmente necesaria.

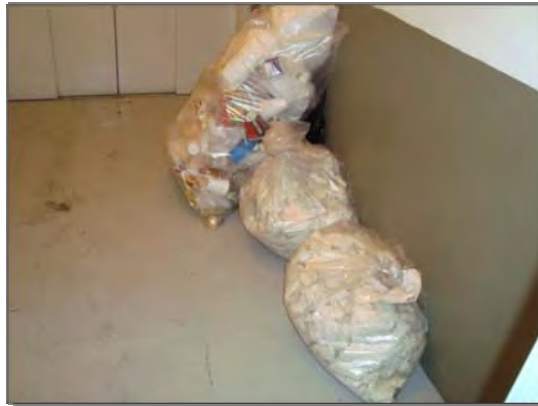


Figura 6.75 Dos bolsas de papel higiénico junto a otros residuos.



Figura 6.76 Pesaje del papel higiénico

6.6 Comparación del estudio de generación realizado con otro reportado en 1999.

En el año de 1999 se realizó un estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos a cargo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y Kokusai Kogyo Co.,Ltd. Dentro del estudio se determinó la composición de los residuos de los diferentes generadores entre ellos las oficinas.

En la comparación de la tabla 6.3 se observa claramente que el consumo de plásticos ha aumentado considerablemente en más del 8%, la materia orgánica por otro lado, registra una disminución considerable, en cambio, el papel higiénico es el residuo de mayor crecimiento en los últimos 11 años con más del 12%. Es de tomar en cuenta la aparente disminución del papel bond a través de este lapso de tiempo.

Tabla 6.3 Comparación de producción de residuos sólidos en una oficina del D.F.

Residuo	% 1999	% 2009	Diferencia %
Cartón	11.2	14.02	+2.82
Unicel	0.11	2.2	+2.09
Tetrapack	0	0.4	+0.4
Papel bond*	37.61	26.5	-11.11
Periódico	11.91	1.7	-10.21
Papel higiénico	1.99	27	+25.01
Vidrio Transparente	0.76	1.4	+0.64
Vidrio Color	0.26	0.08	-0.18
Latas de aluminio	0.28	0.5	+0.22
Chatarra	0.15	0.8	+0.65
Plástico rígido**	0.88	9.01	+8.13
Envolturas	0.16	1.3	+1.14
Varios	2.11	4	+1.89
Residuos finos	0.01	1.1	+1.09
Materia orgánica	21.22	9	-12.22
Residuo de construcción	0	0.9	+0.9

* incluye papel blanco, papel de color, papel de envoltura, sobres y recibos

**incluye PET y plástico ligero, empaques de alimentos y empaque de chicles y medicinas.

Datos de 1999 del Estudio Sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, Kokusay Kogyo Co.Ltd., mayo 1999

6.7 Comparación de la generación de residuos sólidos de oficina en la Ciudad de México con otras ciudades del mundo

Para poder observar lo antes citado se investigó la producción de residuos sólidos en dos países del continente americano uno al norte, en Wisconsin Estados Unidos y otro al sur, en Valparaíso Chile. Se encontró que en varios residuos existe un comportamiento similar, sorprende la diferencia en el PET el cual es mucho menor en Wisconsin, también el Poliestireno Expandido o Unicel es mucho menor el consumo en esta ciudad de los Estados Unidos. Por otro lado la generación de residuos de vidrio es muy grande en Valparaíso, y en general en esta ciudad se genera más de cada uno de los residuos escogidos para esta comparación. Pareciera que en la ciudad de los Estados Unidos el consumo de plástico es menor que en las ciudades de México y Valparaíso, esto se puede explicar por la razón de que en dicho país existe una cultura de la separación más arraigada.

Tabla 6.4 Comparación de la generación de residuos sólidos de oficina en tres países del continente americano.

País	Cd. De México México	Wisconsin E.U.A*	Valparaíso Chile**
Residuo	%	%	%
Cartón	8.96	6.8	4.14
Unicel	2.20	0.6	2.85
Papel	12.30	23.3	19.58
Periódico	1.74	1.6	3.42
Revista	5.53	0.9	1.17
B. plástico	1.71	5.5	0.10
Vidrio	1.47	2.4	14.34
Latas de aluminio	0.51	0.4	0.59
Chatarra	0.8	4.3	1.51
Plástico ligero	0.22	0.2	0.77
Plástico rígido	4.51	2.2	7.28
PET	5.11	0.5	3.0
Varios	4.02	5.3	3.83
Mat orgánica	9.09	13.2	18.09
Res de construcción	0.96	1.0	1.05

*Cascadia Consulting Group, Inc, 2003 "Wisconsin Statewide Waste Characterization Study".

** Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, CONAMA, 2006 "Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana".

Capítulo 7

Plan de manejo

7. Plan de manejo

7.1 Definición y fundamento legal de un plan de manejo

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

La presentación de los planes de manejo tiene su fundamento legal, en los artículos 23, 32, 55 y 59 fracción III de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal; los cuales se transcriben a continuación:

Artículo 23 Las personas físicas o morales responsables de la producción, distribución o comercialización de bienes que, una vez terminada su vida útil, originen residuos sólidos en alto volumen o que produzcan desequilibrios, significativos al medio ambiente, cumplirán, además de las obligaciones que se establezcan en el Reglamento, con las siguientes:

I. Instrumentar planes de manejo de los residuos sólidos en sus procesos de producción, prestación de servicios o en la utilización de envases y embalajes, así como su fabricación o diseño, comercialización o utilización que contribuyan a la minimización de los residuos sólidos y promuevan la reducción de la generación en la fuente, su valorización o disposición final, que ocasionen el menor impacto ambiental posible;

II. Adoptar sistemas eficientes de recuperación o retorno de los residuos sólidos derivados de la comercialización de sus productos finales; y

III. Privilegiar el uso de envases y embalajes que una vez utilizados sean susceptibles de valorización mediante procesos de reuso y reciclaje.

Artículo 32. Los residuos de manejo especial estarán sujetos a planes de manejo conforme a las disposiciones que establezca esta Ley, su reglamento y los ordenamientos jurídicos de carácter local y federal que al efecto se expidan para su manejo, tratamiento y disposición final.

Los generadores de residuos de manejo especial deberán instrumentar planes de manejo, mismos que deberán ser autorizados por la Secretaría.

Artículo 55. Los productores y comercializadores cuyos productos y servicios generen residuos sólidos susceptibles de valorización mediante procesos de reuso o reciclaje realizarán planes de manejo que establezcan las acciones para minimizar la generación de sus residuos sólidos, su manejo responsable y para orientar a los consumidores sobre las oportunidades y beneficios de dicha valorización para su aprovechamiento.

Artículo 59. Todo establecimiento mercantil, industrial y de servicios que se dedique a la reutilización o reciclaje de los residuos sólidos deberán:

III. Instrumentar un plan de manejo aprobado por la Secretaría para la operación segura y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos que valore;

Para poder determinar el espacio necesario para el almacenamiento de los residuos que entran en el plan de manejo se tomaron los datos que proporciona el libro Tchoganoglous y son mostrados en la tabla 7.0.

Tabla 7.0 Datos de peso específico para residuo de tratamiento especial

Tipo de residuos	Peso específico (kg/m ³) Promedio
Papel	89
Cartón	50
Plásticos	65
Textiles	65
Residuos de jardín	101
Madera	237
Vidrio	196
Residuos de comida húmedos	540
Basura mezclada	160
Construcción y demolición mezclados	1421
Chatarra metálica (pesada)	1780
Chatarra metálica (ligera)	740

* Fuente: Tchoganoglous G, Theisen H; Vigil S., Gestión Integral de residuos sólidos. Vol. I, México, 1998. Pp. 82,83.

7.1.1 Objetivos de un plan de manejo

Los objetivos de los planes de manejo establecidos en el artículo 27 de la LGPGIR son los siguientes:

- I. Promover la prevención de la generación y gestión integral de los residuos, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, los procedimientos para su manejo;
- II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;

- III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;
- IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique la corresponsabilidad de los distintos sectores involucrados; y
- V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo de los residuos ambientalmente adecuado económicamente factible y socialmente aceptable.

7.1.2 Contenido de un plan de manejo

1. Generación: residuos y envases que los contuvieron o que los contendrán
 - Inventario
 - Uso por la sociedad
 - Prevención o minimización en la generación
2. Manejo de los residuos
 - Almacenamiento *in situ*
 - Transporte
 - Acopio
 - Almacenamiento “externo”
3. Reuso (*in situ*) o reciclaje (*in situ* o en otra instalación)
 - Procesamiento previo
 - Como combustible alterno (“co-procesamiento”)
4. Tratamiento para su neutralización o destrucción
 - De-toxificación
 - Estabilización
 - Destrucción térmica (incineración, entre otros)
 - Confinamiento

7.2 Metodología del plan de manejo

El presente trabajo contiene los elementos para elaborar un Plan de Manejo, que podría ser aplicable a los distintos residuos encontrados en el edificio. Se seleccionaron los residuos de mayor producción por contarse con mayor información y porque estos residuos representan un problema por su gran producción y falta de espacio en el Relleno Sanitario Bordo Poniente.

El esquema propuesto sería aplicable a nivel del Distrito Federal, mixto entre gobierno y sector privado y colectivo para incorporar a los actores privados. Servirá como base para la discusión de actores como gobierno del Distrito Federal, SEMARNAT e incluso las empresas recicladoras.

Se señalaran las normas en las cuales se basa cada aspecto para la realización del plan de manejo, para hacerlo, de esta manera, lo más acorde a lo señalado por las normas de SEMARNAT. En la tabla 7.1 se muestran los residuos sólidos que se han decidido incluir en el plan de manejo.

Tabla 7.1 Producción semanal de los residuos incluidos en el plan de manejo

Residuo	Cantidad semanal en (Kg)	% de la producción total semanal de residuos
Papel*	278.41	32.2
Cartón	61.03	7.07
Plásticos**	77.23	8.94
Materia orgánica	61.93	7.17
Unicel	14.99	1.73

*Incluye papel blanco, de color, periódico, recibos, envoltura y revistas.

**incluye plástico rígido, PET, bolsas y plástico ligero

7.3 Papel

Dentro de los residuos sólidos de mayor producción se encuentra el papel con el 32.2 % del total semanal en el edificio. Según Flores, (2001), el material celulósico es uno de los principales residuos que ayudan a que se saturen los rellenos sanitarios. La contribución porcentual más importante al flujo diario de residuos sólidos no orgánicos corresponden al papel y al cartón: entre el 16 y 18% para Ciudad de México. Se trata básicamente de revistas, papel periódico, de escritura, de fotocopiado y de computación tal como se puede ver en los resultados de este estudio.

Ciclo de vida del papel

Adquisición de materias primas para la fabricación de papel

En su origen, el papel y el cartón provienen de árboles que han sido talados. Mediante una administración adecuada, los árboles son un recurso renovable, por lo que pueden ser industrializados indefinidamente. El transporte de la madera al aserradero utiliza energía de origen petrolero, principalmente. El papel y el cartón pueden también ser producidos a partir de otros materiales celulósicos, como bambú, bagazo de caña de azúcar, trapos y, papel y cartón recuperado.

Procesamiento de materias primas para la producción de papel

La madera, a través de procesos mecánicos y químicos, se convierte primero en pulpa celulósica y después en papel o cartón. Estos procesos requieren el uso de energía eléctrica, de productos químicos y de agua. Algunas plantas convierten los desperdicios de madera en energía eléctrica, con la cual operan sus procesos. La contaminación de las aguas residuales puede ser un grave problema. El uso de grandes cantidades de agua potable durante la producción de papel, genera grandes cantidades de aguas residuales con una gran variedad de contaminantes. Los pasos del proceso de eliminar la corteza de la madera, la separación de las sustancias adhesivas como la lignina, la eliminación de tinta y otras impurezas de la pasta del papel de desecho, y el blanqueo de la pasta de tanto fuentes primarias como secundarias son relevantes para la generación de las aguas residuales. Se reconocen diez contaminantes diferentes de las aguas residuales de molinos de papel que son considerados peligrosos. Los más importantes son los compuestos de cloro orgánico que provienen de los procesos de blanqueo con cloro (p.ej., cloroformo, tetracloroetano, clorobenceno, clorofenol, ácido cloroacético, dioxinas y furanos, bifenilnos post-clorado). Con frecuencia, éstos son altamente tóxicos, estables durante períodos largos y se acumulan en la biomasa. Los desechos orgánicos, que consumen oxígeno cuando se descomponen por medio de bacterias, pueden conducir a una disminución importante del oxígeno que requiere la vida acuática. Más aún, el cloro puede dar lugar a la formación de dioxinas. Sin embargo, las empresas de celulosa y papel del mundo entero están invirtiendo enormes cantidades de dinero en investigación y modificaciones a plantas antiguas, tendientes a reducir el impacto ambiental de la producción de pulpa y papel. Muchas plantas han dejado de usar los procesos de blanqueado con cloro, con lo cual se ha reducido la contaminación del agua.

Manufactura y conversión de los envases de papel

La pasta de celulosa, sea cual sea su origen, se convierte en papel mediante laminación en un proceso intensivo en consumo de energía y de agua. El papel se diferencia del cartón (plegadizo) en el grosor de la hoja y en el gramaje, es decir, el peso por unidad de superficie. Para poder ser utilizados como envases de alimentos, el papel y el cartón se modifican o se combinan con otros materiales, tales como Embalaje para la Exportación de parafina, plásticos (polietileno) u hojas metálicas. El papel y el cartón pueden ser procesados de manera que sean impermeables a los gases, la grasa, el agua o la humedad. Se les da también tratamientos para resistir el ataque de insectos, la corrosión y los hongos. El tipo de papel usado para envasado es inodoro, insípido y no tóxico. Otras ventajas de los envases de papel son su ligereza y el que pueda tomar diferentes formas con facilidad.

Proceso de envasado, distribución y venta del papel

Durante la operación de llenado, el consumo de energía y la velocidad del proceso pueden variar grandemente, como función de la forma, el tamaño y el peso tanto del envase como de la combinación producto/envase. En el proceso de distribución y venta el papel y el cartón son ligeros, lo cual resulta en bajos consumos de energía y en reducción de emisiones de gases contaminantes, por unidad de peso de envase, durante el transporte del producto.

Manejo de residuos de papel

Reducción de origen de productos de papel

La madera es un recurso renovable. Sin embargo, la tala y el procesamiento de los árboles debe ser cuidadosamente planeado y los programas de reforestación adecuadamente implantados para garantizar la supervivencia y el vigor de los bosques. En Suecia y Finlandia, se plantan tantos árboles cada año, que crece más madera de la que se corta, es decir, existe una ganancia neta de área boscosa. De cualquier modo, la industria ha hecho esfuerzos por reducir el uso de materias primas, en los últimos 15 años, ha logrado ahorros de hasta 30% en la fabricación de cajas de cartón corrugado (obviamente que conservando el valor de la resistencia a la estiba).

Reutilización del papel

Los envases de papel no se reutilizan, por lo que este rubro no representa gasto de energía o generación de contaminación. En el caso de las hojas de papel bond al utilizar el otro lado de la página se reduce en 50% su demanda. Para la

reducción antes mencionada se pueden utilizar antiguas impresiones de computadora para entregar avances no definitivos de trabajos escolares.

Reciclaje del papel

El papel y el cartón son productos reciclables, que pueden ser usados varias veces por la industria del envase. Los residuos de papel periódico, de cartón corrugado, de papel de oficina (como el de impresora, de copiadora, etc.), los papeles mixtos, se recuperan para ser reciclados. El reciclaje de estos materiales contribuye a disminuir la cantidad de desechos que acaban su vida en un tiradero o relleno sanitario.

Actualmente la Industria productora de papel en México requiere del orden de 5 millones 144 mil toneladas de fibra para la producción de 4 millones 513 mil toneladas de papel de acuerdo a datos del 2006. De esta mezcla total de material fibroso para la fabricación de los diferentes papeles, el 83.6% correspondió a fibras secundarias, evidenciándose de esta manera la contribución que hace esta Industria en materia ambiental, además, el restante 16.4% de material fibroso utilizado para la producción de papel corresponde a fibras vírgenes, y dentro de este rubros el 1.8% es celulosa de bagazo de caña, lo que en términos absolutos corresponde a 92.9 miles de toneladas, aporte importante adicional que se hace a la protección ambiental (CANACYP 2010).

Hoy día, la producción y el uso de papel reciclado se encuentran bien establecidos y ampliamente aceptados. Las tecnologías necesarias están disponibles y es posible producir todo tipo y calidad de papel mediante el desecho de este como materia prima. El papel reciclado puede utilizarse para los mismos propósitos que el papel de fuentes primarias. No hay indicios de que el papel reciclado sea nocivo para los seres humanos debido a una contaminación por: gérmenes y patógenos, dioxinas y furanos, metales pesados, etc.

En algunos lugares el papel periódico y papel mezclado son empleados en la fabricación de planchas de tabla-roca. De igual manera se pueden fabricar a base de estos materiales aislantes térmicos^[21].

Los procesos de reciclaje de papel modernos incluyen pasos de destintado que eliminan un máximo de un 70% de la tinta. Se utilizan dos tipos de procesos de destintado: el de lavado y el de flotación. Este último reduce a un mínimo la cantidad de aguas residuales contaminadas y las pérdidas de material fibroso. Durante el lavado o la flotación, también se elimina la mayor parte de los materiales de relleno. Para este efecto dentro de la zona metropolitana se cuentan con diferentes centros de acopio de los cuales algunos son citados en la tabla 7.2.

Tabla 7.2 Empresas recicladoras de papel en el DF y área metropolitana

Nombre	Dirección	Teléfono
Sr Santos Valdez	División del Norte No. 2946, Col Atlántida, C.P. 04370. Del. Coyoacán	5549-70 98
AMBI	Sur 4 No.276, Col. Agrícola Oriental, C.P. 08500, Del. Iztacalco	5558-2604
Martí	Av. Patriotismo No. 75-B y F. Escandón México, D.F.	5516-2618
Wenceslao Alcalá	Tizimin Mz. 201 LT2, Col. Héroes de Padierna C.P, 14200, Del. Tlalpan	5644-9445
Fabricación de papel San José S.A de C.V	Carretera México- Texcoco Km.20.5, Municipio La paz , Estado de México	58-55-02-43, 58-55-36-77 FAX: 58-55-36-77
Industria Mexica de Reciclaje S.A de C.V	Carretera Toluca Naucalpan km 52.8 , Parque Industrial Toluca 2000, Toluca, C.P. 50220, Estado de México	antonio.arriaga@imer- mex.com.mx

Incineración y disposición de residuos de papel en relleno sanitario

El papel es combustible y tiene un alto valor calorífico. Los papeles y cartones sucios, no aptos para el reciclaje de sus fibras, pueden ser incinerados para recuperar la energía contenida en el residuo. Disposición en relleno sanitario del papel y los productos de madera contribuyen de manera importante a la producción de gas metano cuando se degradan de manera anaeróbica, tal y como sucede generalmente en los rellenos sanitarios. La degradación del papel y el cartón conduce a la liberación de tintas de impresión, que pueden contaminar con metales pesados las aguas freáticas.

Degradación del papel

El papel y el cartón son biodegradables. Sin embargo, la rapidez de degradación varía dependiendo de la composición química del papel, de la cubierta del mismo y de las condiciones del medio en que se encuentre. Durante la degradación de tipo aeróbico se produce dióxido de carbono y agua. La degradación anaeróbica genera dióxido de carbono y metano, así como otros compuestos orgánicos menores. Ambos son importantes "gases de invernadero", que contribuyen al calentamiento global.

7.4 Plásticos

En segundo lugar tenemos los residuos de plástico, con un 8.94% del residuo total, con sus más de 77 Kg a la semana, la mayoría o la totalidad de estos materiales son fácilmente reciclables y es uno de los sectores de más rápido crecimiento por lo que un plan de manejo para este residuo es necesario. Prácticamente cualquier producto puede ser envasado en plástico. Hay envases rígidos y flexibles, que pueden ser hechos de una sola capa o de varias capas, a partir de una sola resina polimérica o de múltiples resinas. También es posible producir laminados de diversas resinas con papel, cartón y/o aluminio. Estos últimos envases son tipo multimaterial o complejos.

Ciclo de vida del plástico

Adquisición de materias primas para la fabricación de plástico

Las resinas poliméricas que dan origen a los plásticos, provienen de productos derivados del petróleo o el gas natural, los cuales son también fuentes de energía. La extracción del petróleo y el gas es una industria muy contaminante de la naturaleza. El transporte de estas materias hacia las refinerías está plagado de accidentes que han contaminado selvas, playas, cursos de agua, la atmósfera, etc.

Procesamiento de materias primas para fabricación de plástico

Los plásticos son fáciles de procesar y conducen a productos ligeros. Esas dos características resultan en bajos costos tanto de manufactura como de transporte, los cuales generalmente se compensan por el valor del contenido energético de los plásticos mismos (petróleo y gas natural). En la manufactura de los plásticos se utilizan estabilizadores, pigmentos y otros aditivos. En las plantas petroquímicas se lleva a cabo la conversión de los constituyentes del petróleo y/o gas natural en resinas poliméricas. Casi todas las resinas se componen sólo de carbono, hidrógeno y oxígeno, excepto las resinas cloradas, como el poli cloruro de vinilo o el poli cloruro de vinilideno. Estas resinas poliméricas se producen mediante procesos de alto riesgo para los trabajadores, pues se ha demostrado los monómeros son cancerígenos.

Producción o conversión de los envases de plástico

Los recipientes de plástico, como por ejemplo las botellas y frascos de PET, tienen la ventaja de ser duraderos, ligeros y fáciles de reciclar. Los envases de plástico protegen bien a los productos contra efectos del medio ambiente, sin alterar sus cualidades. Los envases de plástico, por su versatilidad, se producen mediante gran variedad de procesos, extrusión, moldeo por inyección, moldeo por

soplado, etc. En general, estos procesos no son contaminantes del ambiente, ni afectan la salud de los trabajadores. Las cabezas y colas de las corridas de producción (residuos sólidos generados al principio y al final de un lote de manufactura) se reciclan internamente en la planta o se transfieren a otras empresas que lo usan como materia prima en procesos diferentes.

Proceso de envasado y distribución de productos de plástico

La velocidad de llenado y el consumo de energía varían grandemente dependiendo de la forma, tamaño y peso de los envases. Por ejemplo, las botellas para refresco de 375 mL pueden ser procesadas a velocidades de aproximadamente 1000 por minuto. En la distribución y venta la ligereza de los envases de plástico reduce la cantidad de energía usada para la transportación, así como la resultante contaminación del aire.

Manejo de residuos de plásticos

Reducción de origen de productos de plástico

La energía requerida para producir envases de plástico es menor que para la mayoría de los otros tipos de envase. La cantidad de plástico usada en la manufactura de productos como bolsas, puede reducirse usando otros tipos de plástico más resistentes. Los envases flexibles en forma de bolsas esterilizables usan 70% menos plástico que los contenedores usuales de plástico rígido. Independientemente de lo anterior, la industria de botellas de PET ha logrado, en los últimos 15 años, reducir el peso de las botellas de 1.5 L de capacidad, en 28%.

Reutilización del plástico

Actualmente las empresas refresqueras multinacionales están experimentando con botellas retornables de PET, con capacidad de 1.5 litros en diversos mercados mundiales. Este tipo de aplicación representa la primera vez que se reutilizan los envases de plástico. Obviamente que el retorno a la planta embotelladora, el lavado y la esterilización de las botellas, son procesos contaminantes del ambiente. Por otro lado una buena práctica es utilizar las botellas de PET vacías para llenarlas nuevamente con agua del garrafón de la casa, así se evita la compra de más botellas y se tiene un ahorro considerable al ser más barata en comparación con las botellas en presentaciones de medio y un litro que son las más comercializadas.

Reciclaje del plástico

Los plásticos son difíciles de reciclar, debido a los problemas que existen en separarlos por resinas. Una vez separados, algunos tipos de plástico están mejor adaptados al reciclaje que otros. En EUA y Canadá el reciclaje del PET y del polietileno de alta densidad alcanza cantidades significativas, superiores al 50%. Los plásticos reciclados no se utilizan en la producción de nuevos envases de alimentos o bebidas, debido a requisitos sanitarios de garantizar que ningún contaminante pueda migrar del envase al producto. Así, los plásticos reciclados se utilizan en gran cantidad de aplicaciones no alimentarias. En la tabla 7.3 se muestra la viabilidad de reciclaje de diferentes tipos de plásticos.

Tabla 7.3 Plásticos más comunes, usos y factibilidad de reciclaje

Tipo de plástico	Usos	Factibilidad de reciclaje
PET	Botellas de refresco, agua y aceite	Viable
PEAD	Frascos, Cubetas, bolsas, etc.	Viable
PVC	Juguetes, cinta adhesiva, stickers, tuberías	Difícil reciclaje
PEBD	Laminas delgadas	No reciclable
PP	Recipientes de comida (tapers), biberones, alfombras, Six-packs	Difícil reciclaje
PS	Unicel, vasos, bandejas, cajas térmicas, hueveras, etc.	Viable
Acrílicos	Cepillos dentales, llaveros, adornos, etc.	No reciclable
Poliuretano	Termos y aislantes térmicos	No reciclable
Laminados	Cajas de vinos o leche pasteurizada	No reciclable

Las principales aplicaciones de reciclaje de los termoplásticos anteriores, son los siguientes:

1. PET: Producción de fibras de poliéster y capas intermedias en laminados para producción de nuevos envases.
2. PEAD: Película de alta resistencia para bolsas y sacos, botellas no sanitarias, juguetes, cubetas y gran variedad de productos para el hogar.
3. PVC: Tuberías para irrigación, mangueras, molduras y ventanas, discos, botellas no sanitarias y accesorios para automóviles.
4. PEBD: Bolsas, sacos y películas flexibles, botellas no sanitarias por soplado moldeo, y aislamiento de cable eléctrico y de teléfono.

5. PP: Sillas y otros tipos de muebles, cajas para baterías y otros accesorios de automóvil, tuberías y conexiones, cuerdas, hilo, cinta, rafia para costales; conos canillas y otros accesorios para la industria textil.
6. PS: Material de empaque para usos no alimentarios, accesorios para oficina, peines, escobas y piezas de equipaje.

Dentro del DF se cuentan con muchos centros de acopio de plásticos de los que a continuación se enuncian unas cuantas en la tabla 7.4

Tabla 7.4 Empresas recicladoras de plástico en el DF y área metropolitana

Nombre	Dirección	Contacto
AMBI	Sur 4 No.276, Col. Agrícola Oriental, C.P. 08500, Del. Iztacalco	5558-2604
Ecolomóvil	Antigua Czda. de las Granjas No. 85 Pantaco México, D.F.	561.98.25, 561.98.29 y 561.98.83
Edison	Edison No. 122 Col. Tabacalera	
Coyoacán	Av. Coyoacán No. 334 Del Valle México, D.F.	5669.13.09
Centro de acopio en la Deleg. Álvaro Obregón		55-59-06-25
Cortplast, S.L.		www.corplast.com

Incineración y recuperación de energía de residuos de plástico

La energía contenida en los plásticos puede ser recuperada a través de la incineración. Los plásticos, siendo materiales basados en materias primas combustibles fósiles, tienen el más elevado contenido de energía por unidad de masa que cualquier otro material de envase. Cuando se queman, generan muy pocas cenizas. Para minimizar la producción y emisión de dioxinas y furanos (de los plásticos clorados), los plásticos deben ser incinerados a altas temperaturas. El PET tiene un valor calorífico semejante al del carbón y el polietileno de alta densidad semejante al del aceite combustible. Cuando se incinera basura con alto contenido de humedad y con residuos de jardinería, el añadir botellas de PET reduce la necesidad de combustibles extra para operar el incinerador.

Disposición de residuos de plástico en relleno sanitario

Los plásticos son materiales inertes que no se descomponen, ni producen gas metano en los tiraderos. Son ligeros y, si las botellas están prensadas, ocupan

poco espacio en un relleno sanitario. Con el paso del tiempo, los aditivos y estabilizadores que contienen pueden pasar a formar parte de los lixiviados, creando un peligro potencial para los acuíferos subterráneos.

Degradación del plástico

Normalmente, los plásticos son estables en el medio ambiente. Sin embargo, pueden volverse un poco más degradables incrementando su sensibilidad a diferentes elementos del medio, tales como temperatura, tierra, oxígeno, agua, microorganismos y luz ultravioleta. Existen muchas dudas respecto de la conveniencia de estos procesos de degradación, que por otra parte pueden conducir a elevar los costos del reciclaje. Actualmente están llevándose a cabo una gran cantidad de investigaciones para precisar las ventajas y desventajas de volver degradables a los plásticos.

7.5 Materia orgánica

En la producción semanal la materia orgánica contribuye con 61.93 Kg aunque no es una cantidad grande esta no debería de encontrarse mezclada con los demás residuos de la empresa. Esta es producida por el consumo de todo tipo de alimentos, puede constar de huesos, restos de cereales, jugos, restos de verduras, pedazos de carne y en general de todo aquello que no fue consumido a la hora de alimentarse una persona. Por otro lado se cuenta con información relacionada al volumen de residuos orgánicos en el Distrito Federal la cual asciende a 55.58%^[22]. Así mismo se sabe que la materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta.

Algunas de sus características son su insolubilidad en agua, alta capacidad de absorción y retención de agua, esta absorbe varias veces su peso en agua lo que evita la desecación del suelo. Además mejora las condiciones fisicoquímicas del suelo. Los suaviza, permite una aeración adecuada, aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros. Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos,

especialmente. Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (PO_4) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros. Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.

Manejo de los residuos de materia orgánica

Reducción del origen

Es difícil la reducción de residuos con materia orgánica, lo que no es imposible es su correcta separación en la fuente de generación para poder convertir dichos residuos en composta necesaria para todo tipo de plantas.

Reutilización

Sólo la hojarasca se puede reutilizar para la creación de folders o tarjetas de cumpleaños, incluso se pueden realizar separadores para libros del mismo material esto contribuye a la reducción en el acopio de materia orgánica procedente de los jardines o camellones.

Los residuos de frutas y verduras se purifican, se muelen y son utilizados como alimento para ganado. En general todos los residuos orgánicos pueden ser convertidos en composta y ser utilizados como fertilizante de áreas verdes.

Reciclaje

No aplica

Generación de energía a partir de residuos orgánicos

La materia orgánica al sufrir el proceso de descomposición libera gases de efectos invernadero como CO_2 y metano. El metano es un gas inflamable que puede ser utilizado para generación de energía eléctrica. En caso de que toda la basura producida en México fuera confinada en rellenos sanitarios y que estos contaran con sistemas de generación eléctrica la producción de energía sería de alrededor de 400 MW^[25].

En Monterrey se cuenta con el primer proyecto de generación de electricidad a partir de biogás tiene una capacidad nominal de 8 MW y fue inaugurado el 22 de septiembre del 2003. Se trata de un proyecto de autoabastecimiento eléctrico, donde el organismo operador del relleno sanitario (SEMIPRODE) y la empresa bioeléctrica Monterrey (conformada por un consorcio mexicano-inglés-costarricense) constituyen una sociedad de autogeneración junto a las empresas consumidoras de energía (planta de agua y bombeo del drenaje de la ciudad de Monterrey).

Disposición de residuos orgánicos en relleno sanitario

La descomposición de la materia orgánica genera gases como metano y CO₂, los cuales si no se tratan adecuadamente pueden causar explosiones y favorecer el calentamiento global. Por otro lado son una fuente importante de lixiviados, que a su vez contaminan los mantos freáticos si carecen de acopio y tratamiento.

7.6 Unicel (Poliestireno Expandido)

Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de Poliestireno expandible. Este material también es conocido como Telgopor o Corcho blanco, el cual es utilizado principalmente, para producir platos, vasos y contenedores de comida, aunque también es utilizado como material de embalaje de aparatos electrónicos como DVD's, computadoras y algunos otros objetos que presentan gran fragilidad. En los últimos años también se ha utilizado al Poliestireno Expandido en la fabricación de muros falsos en la industria constructora, esto debido a su ligereza y fácil moldeo. En el edificio estudiado se generan 14.99 kg de este material.

Adquisición de materias primas para fabricación de Unicel

La producción de Poliestireno Expandido utiliza productos derivados del petróleo. De todos modos, el consumo de este recurso natural es realmente muy limitado: sólo el 4% del petróleo que se utiliza a nivel mundial se destina a la producción de materiales plásticos, y dentro del conjunto de materiales plásticos, el EPS representa un 2.5% del total. Se deduce de esto que sólo una milésima parte del petróleo se destina a la fabricación de EPS. El agente expansor utilizado en su fabricación, es el pentano, pertenece a la familia del metano, un gas natural derivado de fuentes naturales, que se descompone rápidamente en la atmósfera.

Procesamiento de las materias primas para fabricación de Unicel

El Poliestireno Expandible, en forma de granos, se calienta en preexpansores con vapor de agua a temperaturas situadas entre 80 y 110°C aproximadamente, haciendo que el volumen aumente hasta 50 veces el volumen original. Durante esta etapa los granos son agitados continuamente. En esta etapa es donde la densidad final del EPS es determinada. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 Kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 - 30 Kg/m³. Luego de la Preexpansión, los granos expandidos son enfriados y secados antes de que sean transportados a los silos.

Durante la segunda etapa del proceso, los granos preexpandidos, conteniendo 90% de aire, son estabilizados durante 24 horas. Al enfriarse las partículas recién expandidas, en la primera etapa, se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material preexpandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas.

En todo lo anterior se consume agua, energía eléctrica para hacer funcionar los reactores y petróleo para la fabricación del Poliestireno, además se considera un producto inocuo por lo que su manejo no representa ningún riesgo a la salud. Si bien se utiliza pentano, éste no está recogido en el catálogo de elementos contaminantes orgánico volátiles, ni es un gas de efecto invernadero, ni las industrias de EPS están reguladas como industrias contaminantes por compuestos volátiles.

Producción o conversión en envases de Unicel

En esta etapa las perlas preexpandidas y estabilizadas se transportan a unos moldes donde nuevamente se les comunica vapor de agua y las perlas se sueldan entre sí. En esta operación, las perlas preexpandidas se cargan en un molde agujerado en el fondo, la parte superior y los laterales, con el fin de que pueda circular el vapor. Las perlas se ablandan, el Pentano se volatiliza y el vapor entra de nuevo en las cavidades. En consecuencia, las perlas se expanden y, como están comprimidas en el interior del volumen fijo del molde, se empaquetan formando un bloque sólido, cuya densidad viene determinada en gran parte por el alcance de la expansión en la etapa inicial de preexpansión. Durante la operación se aplican ciclos de calentamiento y enfriamiento, cuidadosamente seleccionados para el mejor equilibrio económico de la operación y para conseguir una densidad homogénea a través del bloque así como una buena consolidación de los gránulos, buena apariencia externa del bloque y ausencia de combaduras. En esta parte solo se utiliza vapor de agua por lo que no representa un factor contaminante el pentano liberado no es una cantidad significativa.

Distribución y venta de productos de Unicel

El Poliestireno expandible al ser distribuido representa un ahorro en combustible comparado con otros embalajes debido a su bajo peso y alta resistencia, la distribución generalmente es lejana del punto de fabricación lo cual es recompensado por su ligereza. Su manipulación no representa ningún riesgo para la salud o el ambiente.

Manejo de residuos de Unicel

Reducción de origen de productos de Unicel

Aunque la presión de las empresas productoras de Poliestireno Expandido eviten que se reduzca su consumo argumentando la inocuidad del material ante condiciones climatológicas o biológicas desfavorables, lo cierto es que el Poliestireno es un material de difícil manejo por su excesivo volumen. Dentro de las maneras de disminuir su consumo están utilización de tazas de cerámica propias en lugar de vasos de Unicel desechable, implementación de platos de melamina retornables en lugar de platos de Unicel. Estas medidas ayudarán a una gran disminución en la generación de residuos de Unicel en la empresa.

Reutilización de Unicel

Los vasos y platos de Unicel pueden volver a utilizarse si se lavan correctamente, los embalajes pueden ser desechados y adicionados a las masetas lo que facilita la aireación de las raíces. Esto no representa ningún riesgo dada la inocuidad del material y su extremadamente difícil degradación.

Reciclaje de Unicel

Aunque es muy poco practicado el reciclaje del Poliestireno Expandido es posible, dentro de las múltiples formas se encuentra la trituración para su posterior utilización en la fabricación de nuevos embalajes o muros de construcción.

En la Facultad de Química de la UNAM, concretamente en el laboratorio de superficies del Departamento de Fisicoquímica se obtuvo un barniz y un adhesivo para papel o cartón a partir del Poliestireno Expandido. El profesor Jesús Gracia Fabrique indicó que esto se logró mediante la disolución del Poliestireno con “disolventes verdes” ya que presentan poco o nulo impacto en el ambiente y una vez utilizado el disolvente puede volver a emplearse. En bajas concentraciones el Poliestireno diluido se convierte en barniz para madera o papel y en una concentración más alta este adquiere comportamiento de adhesivo. Con este procedimiento se podrían generar pequeñas industrias dedicadas a elaborar productos que contribuyan a disminuir la cantidad de Unicel que llega al relleno Bordo Poniente¹.

En la Universidad de Autónoma de Guadalajara se logró la creación de placas y paneles para construcción mediante la mezcla de Poliestireno expandido, yeso o escayola y agua. Estas presentan máxima resistencia al impacto, flexión, absorción de agua por inmersión, al fuego directo y compresión que otros materiales similares a lo que se le suma su bajo costo y beneficio medioambiental del reciclaje de desechos de Poliestireno Expandido¹.

Por otro lado en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional en el departamento de bioprocesos, se analizó el uso de Poliestireno Expandido como texturizante en el proceso de composteo. Se encontró que el texturizante mejoró la estructura de la materia en proceso, evito la compactación, proporcionado espacio suficiente para la aireación. Con una reducción de masa del 90%, lo que lo hace una buena opción para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos generados en la Ciudad de México¹.

Empresas dedicadas al reciclaje de Unicel

No existen en México

Incineración de Unicel con recuperación de energía

Gracias a su alto potencial calorífico (1 Kg. de EPS equivale a 1.3 litros de combustible líquido), lo que lo convierte en un material idóneo para la recuperación energética. Pero existen desventajas como la producción de vapores tóxicos durante su incineración lo que impide que esta se lleve a cabo sin las medidas de contención de vapores adecuadas. La incineración debe de ser llevada a cabo a muy altas temperaturas para evitar la formación de dioxinas y furanos.

Disposición de Unicel en relleno sanitario

Al poseer una vida media alta (aproximadamente 400 años) representa un grave problema para los rellenos sanitarios, pueden ser portadores de microorganismos sin que participen en el proceso biológico. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie se torna amarillenta y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. La poca estabilidad frente a agentes químicos lo convierten en una fuente importante de sustancias tóxicas en los lixiviados.

Degradación del Unicel

El poliestireno expandido no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos. Es imputrescible, no enmohece y no se descompone. No obstante, en presencia de mucha suciedad el EPS puede hacer de portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo.

7.7 Cartón

En el edificio la producción de cartón alcanza los 61 Kg lo que lo convierte en un residuo de gran presencia en el complejo, cabe señalar que este material es 100% reciclable al igual que el papel por lo que su separación es además de necesaria, urgente. El cartón corrugado constituye el material más usado en el envase de diferentes productos, los que a su vez, deben enfrentar variadas rutas de distribución y transporte de alta exigencia y rigor, siendo este envase la unidad de manipulación por excelencia. La resistencia que entrega el ondulado al choque y a la compresión lo hace apto para responder satisfactoriamente las exigencias del apilamiento. Esencialmente cumple funciones de envase de transporte. En el caso del cartón liso o cartulina está destinado al envasado de zapatos y elementos de librerías. Su capacidad de resistencia le permite soportar hasta 5 Kg. Los envases de cartulina por su facilidad de impresión son muy usados para envasar productos finos como fármacos, perfumes y golosinas.

Adquisición de materias primas para la producción de cartón

Afortunadamente la mayoría del cartón utilizado en México proviene de fibras secundarias esto quiere decir papel reciclado, representa alrededor del 70% de las materias primas requeridas para hacer un pliego de cartón. Esto reduce en gran medida la necesidad de talar árboles para conseguir la celulosa, cabe decir que sólo es en el caso de cartón para embalaje o cartulina en donde no importa el color, ya que la pasta producida adquiere un color oscuro.

Procesamiento de las materias primas para la fabricación de cartón

El procesamiento consiste en remojar el cartón en piletas llenas de agua durante un periodo tiempo hasta que se impregne totalmente de agua, se muele en una licuadora gigante hasta producir una pasta a la que se la añade un adhesivo especial, a continuación se seca en planchas especiales o a la intemperie dependiendo el caso. En los procesos anteriores se consumen grandes cantidades de agua y energía eléctrica pero por otro lado se disminuye la tala de árboles.

Manufactura o conversión de los envases de cartón

El cartón corrugado es producido por un proceso continuo en una maquina corrugadora que da forma a las ondas y pega el *liner board* a ambos lados de la lamina ondulada, luego de que se seca se fabrican los cortes con una troqueladora para darle forma de caja. En estos procesos el consumo de energía eléctrica es el mayor del proceso.

Distribución y venta de productos de cartón

Generalmente la distribución es muy cercana al lugar de demanda por lo que el consumo de combustibles utilizado para su transporte es muy bajo. El material no representa ningún riesgo a la salud por la ausencia de elementos o sustancias peligrosas.

Manejo de residuos de cartón

Reducción de origen de productos de cartón

Se ha logrado avanzar en la reducción en la demanda de fibra virgen para la fabricación de cajas de cartón corrugado desde el año 1997 se implementaron programas para utilizar la mezcla 70/30 de cajas corrugadas y médium corrugado encontrándose las mismas propiedades de la pulpa hecha con fibras vírgenes.

Reutilización de residuos de cartón

La totalidad de las cajas se pueden volver a utilizar como envase de transporte ya sea en mudanzas o para ordenar y empaquetar los accesorios navideños, o cualquier serie de objetos que presenten cierta delicadeza o fragilidad.

Reciclaje de cartón

El cartón es 100% reciclaje y con él se pueden producir una serie de objetos desde una nueva caja, cartulinas, papel kraft, etc, lo que disminuye la cantidad de residuos vertidos en los rellenos sanitarios. La resistencia de las fibras del cartón permite su reutilización durante varios ciclos fomentando la disminución en la tala de árboles para conseguir la fibra necesaria para su producción.

Tabla 7.5 Empresas recicladoras de cartón en el DF y área metropolitana

Nombre	Dirección	Contacto
Transpac Comercializadora S.A. de C.V.		www.transpac-comer.com.mx
Hnos. Fernández, S.A.		www.hnosfernandez.com
Irmasol, S.A.		www.irmasol.com
Sra. María Concepción Chávez	5 de Mayo, No. 133, Col. Santa Cruz Meyehualco, C.P. 09700, Del. Iztapalapa	5642-1571
Fabricación de papel San José S.A. de C.V.	Carretera México- Texcoco Km.20.5, Municipio La paz , Estado de México	58-55-02-43, 58-55-36-77 FAX: 58-55-36-77
Industria Mexicana de Reciclaje S.A. de C.V.	Carretera Toluca Naucalpan km 52.8 , Parque Industrial Toluca 2000, Toluca,	antonio.arriaga@imer-mex.com.mx

Incineración de residuos de cartón con recuperación de energía

Es un material con alta capacidad energética pero no tan buena como los plásticos, los cartones impregnados de hidrocarburos encontrados en las refaccionarias y mecánicos automotrices pueden ser una buena fuente calórica, ya que como se dijo anteriormente estos no sirven para ser reciclados.

Disposición de residuos de cartón en relleno sanitario

Al ser uno de los materiales de mayor producción en la Ciudad de México la demanda de espacio es igual de grande, este material al degradarse produce entre otros gases, el metano un gas con gran efecto invernadero.

Degradación del cartón

El cartón es biodegradable y en dicho proceso este elimina sustancias tóxicas procedentes de las tintas utilizadas para su etiquetado aunque en pequeñas cantidades. Durante su degradación se produce dióxido de carbono y metano los cuales son importantes gases de efecto invernadero.

7.8 Necesidad de espacio de almacenaje *in-situ* para los residuos reciclables.

Si la empresa contara con acuerdos comerciales con algunas empresas recicladoras, esta forzosamente tendría que almacenar cada uno de los residuos reciclables hasta juntar una tonelada, esto con el motivo de que sea conveniente a la empresa recicladora el viaje para coleccionar los residuos, por lo que se realizará el cálculo de la necesidad de espacio para cada uno de los materiales presentes en el plan de manejo.

En la tabla 7.6 se tomaron en cuenta los datos proporcionados por Tchobanoglous, y se observa la cantidad de espacio que necesita la empresa para el almacenaje *in-situ* de los residuos susceptibles de reciclaje, así como el tiempo necesario para juntar la tonelada de cada residuo basado en la generación semanal.

Tabla 7.6 Necesidad de espacio *in-situ* para los materiales reciclables

Residuo	Peso volumétrico (kg/m ³)	Tiempo req. para almacenar una tonelada (semanas)	Espacio req. para almacenar una tonelada (m ³)
Papel	89	5	11.23
Plástico	85	13	11.76
Materia orgánica	540	16	1.8
Unicel	25	67	40
Cartón	50	17	20
Total			84.79

La tabla 7.6 ilustra claramente la necesidad de disminuir el consumo de materiales como el Unicel, ya que por un lado es de difícil reciclaje y por otro, necesita un enorme espacio y tiempo de almacenamiento para que sea costeable su reciclaje. Los números indican que se necesita poco más de un año y cuatro meses para poder juntar la tonelada necesaria.

Del otro lado tenemos al papel que sólo necesita 5 semanas para juntar la tonelada y la necesidad de espacio es de un cuarto pequeño de 2 x 3 x 2 aproximadamente.

Para el caso de la materia orgánica, es mejor tener un productor de composta para utilizarlo en los jardines de la empresa, que almacenarlo por tanto tiempo, así se aprovecharía en menos tiempo y no se necesitaría juntar la tonelada y por tanto no sería necesario el espacio para dicho residuo.

El plástico necesita de aproximadamente 3 meses para poder juntar la tonelada, es un tiempo razonable y sólo se necesita un cuarto pequeño como el destinado al papel.

El cartón junto con el plástico necesita en promedio un tiempo de 3 meses para poder hacer viable su reciclaje y un espacio de 5 x 2 x 2 para poder almacenarlo durante ese tiempo.

La empresa en total necesita un espacio de 44 m³ para poder almacenar los residuos separados y poder entregarlos a alguna empresa recicladora y de esta manera obtener una remuneración.

Capítulo 8

Conclusiones y recomendaciones

8. Conclusiones

Se determino la generación semanal del edificio la cual asciende a 863 kg, lo cual hace que salga de la media de generación proporcionada por la SMA. Los pisos de mayor producción son el 5, 8 y 6 en orden de mayor a menor con cantidades de 201.93 Kg, 135.21 Kg y 115.84 Kg respectivamente.

Mediante el estudio se logro determinar al papel higiénico como el principal residuo producido por el edificio con 184 kg semanales, este es seguido del papel bond blanco con 83.8 kg. El caso de los empaques de chicles y medicinas fue el residuo de menor producción con 260 g a la semana.

Por otro lado se obtuvo a los días martes, miércoles y jueves como los principales productores de residuos y al día sábado como el de menor producción dentro del edificio.

La mayoría de los trabajadores presenta interés en cambiar sus hábitos de consumo a favor de la empresa y la ciudad, además muestran clara inquietud por los resultados obtenidos en el estudio. Pero aun así Los empleados siguen tirando la basura sin separar, aunque se cuenta con un programa interno para hacerlo de manera separada.

La generación *per-capita* en este edificio es de 0.205 Kg/empleado/turno lo que excede a lo reportado por la Secretaria del Medio Ambiente para estos complejos de 0.179 Kg/empleado/turno, indicando falta de cultura ambiental por parte de los empleados.

Se producen residuos de muy difícil tratamiento que podrían entrar en la clasificación como peligrosos es el caso del Unicel, las pilas, los *Toners* y cartuchos de impresora, artículos electrónicos y plásticos como el PEAD cuyo reciclaje es muy difícil.

Como último punto de este trabajo se propuso un plan de manejo destinado a los residuos de mayor producción como papel, cartón, plástico, materia orgánica y Unicel, este ultimo mas por su difícil reciclaje que por su cantidad. Se eligió al reciclaje como mejor opción para el papel, cartón y plástico, la construcción de un pequeño biodigestor para la materia orgánica y la supresión del consumo de Unicel debido a la ausencia de empresas recicladoras.

8.1 Recomendaciones

En el tratamiento de los residuos sólidos generados en edificios de oficinas se pueden emitir una serie de recomendaciones encaminadas al mejoramiento de lo ya establecido en la Ley de Residuos Sólidos del DF.

1. Es necesario crear un plan de manejo para los edificios de oficinas privadas y no sólo para edificios públicos.
2. Implementar descuentos o exenciones de pago del impuesto predial a las empresas que cuenten con sistemas de gestión de residuos sólidos.
3. Negar el servicio de recolección de residuos sólidos si estos se encuentran mezclados.
4. Presentar información concisa de la producción de residuos sólidos por parte del Gobierno del Distrito Federal ya que en varias ocasiones esta se contradice dificultando el análisis de los datos y por tanto la creación de planes de manejo.

Para el caso de los residuos que no fueron incluidos en el programa de manejo se proponen las siguientes medidas con el objeto de disminuir su generación y fomentar su correcta disposición.

1. **Vidrio:** al ser un material fácilmente reciclable es necesario colocar contenedores especiales en el edificio. Es necesario además fomentar su uso para desplazar el de botellas de plástico.
2. **Materiales ferrosos:** al ser muy pequeña la cantidad producida en el edificio se omitió su inclusión en el plan de manejo pero existe un mercado muy desarrollado de desechos de metales ferrosos en la Ciudad de México.
3. **Papel higiénico:** debido a la gran cantidad de papel higiénico producido en el edificio se recomienda el uso de despachadores o ciclones para el secado de las manos, además es necesario impartir pláticas a los empleados para disminuir el mal uso y desperdicio de este material. También se recomienda el uso de papel higiénico reciclado.
4. **Latas de aluminio:** en los residuos sólidos se encontraron sólo 3.5 kilogramos de latas esto debido a que los empleados de limpieza escogían este tipo de residuo ya que su valor comercial oscila entre los 10 y 12 pesos por kilogramo por lo que es un residuo que si es aprovechado de alguna manera.

Unicel: disminuir inmediatamente el consumo de este producto alentando a los empleados a el uso de vaso de vidrio o taza de cerámica, así como de platos de melamina retornables.

Bibliografía

Referencias bibliográficas

1. *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*, (2003), publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de Abril.
2. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos*, (2003), México DF, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre.
3. *Ley Ambiental del Distrito Federal*, (2000), México DF, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de Enero
4. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, (1988), México DF, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero
5. *Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, (2004), México DF, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el día 1° de Octubre.
6. *Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal del año 2007*, (2008), México DF, DGSU, GDF.
7. *Manejo de los Residuos Sólidos*, (2010), México DF, DGSU, GDF.
8. *PET y su situación actual en el Distrito Federal*, (2001), México DF, SMA, GDF.
9. Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA- (1999) *Estudio sobre el manejo actual de residuos sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos*. México DF. Kokusaikogyo. Co. LTD. Tomo I y II
10. Ayala B. y Meraz R. (2008), *Análisis de la evolución de la gestión de los residuos sólidos urbanos en el Distrito Federal: 1980-2008*, IPN, México DF.
11. Beck, R. (2003), *Wisconsin Statewide Waste Characterization Study*, Cascadia Consulting Group, Inc., Wisconsin EUA.
12. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, (2006) *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana*, CONAMA, Valparaíso Chile.
13. Castro D. y Díaz A. (2004) *La contaminación por pilas y baterías en México*, Gaceta Ecológica, INE-Semarnat, México DF.
14. *Manejo de residuos sólidos en el Distrito Federal*, (2004), DGSU, GDF, México DF.
15. INEGI, *XV Censo industrial, Censos económicos 1999. Industrias manufactureras, subsector 31. Producción de alimentos, bebidas y tabaco*.

16. Acurio G. Rossin, A. Texeira, P.F. y Zepeda F. (1997) *Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington DC. BID; OPS/OMS.
17. Palacios, S. R. (2009) *Estudios ambientales y riesgos naturales*, Colección Jaguar. UNICACH (pág. 139-153), Chiapas, México
18. Cruz, R. K. (2008) *Manejo y tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en viveros sustentables*, Tesis, Págs. 56-59 y 66-72, UNAM, México
19. Intramerica, *Reciclaje de PET*, (2006), Real Estate Group, México DF.
20. Basf, (2010), *Poliestireno expandido*, México DF
21. Tchobanoglous G. (1994) *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, Vol. I y II. Madrid, España. Mc Graw Hill. Interamericana de España, S. A.
22. Sheinbaum, C. (2008) *Problemática ambiental de la Ciudad de México*, (págs. 161 y 162), LIMUSA, México.
23. OCDE, (2003), *Evaluación del desempeño ambiental: México*, México DF.
24. OPS/OMS, AMCRESPAC, INE/DGMAR y SSA, (1996), *Análisis sectorial de Residuos Sólidos en México*, Washington DC, OPS, Serie Estudios No. 10.
25. Arvizu J. y Huacuz J. (2003), *Biogás de rellenos sanitarios para producción de electricidad*, en: Boletín IIE, Octubre-Diciembre, págs. 118- 122. México DF.
26. INEGI / GDF, (2003), *Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2002*, México DF.
27. NAPCOR, (2009), *2008 Report on postconsumer PET container recycling activity*, California EUA.
28. CMIA, GTZ, (2003), *La basura en el Limbo: Desempeño de Gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos*, Proyecto de Apoyo a la Gestión de Residuos Sólidos en el Estado de México, México.
29. UNCTAD/OMC, (s/fecha), *Consideraciones sobre el impacto ambiental en el ciclo de vida de envases y embalajes*, Centro de Comercio Internacional, Ginebra Suiza.
30. CNMA/ GTZ/IP/INTEC CHILE, (2001), *Estudio de ciclo de vida de 12 envases y embalajes*, Proyecto de minimización de residuos provenientes de envases y embalajes, Chile.
31. ANAPE/ECOEPS/EPS, (s/fecha), *Reciclado de envases y embalajes de poliestireno expandido usados*, Proyecto ECO EPS, Madrid España.

32. Monroy, Salvador, (2006), *Los residuos sólidos en el DF: una propuesta de aprovechamiento*, Tesis, UNAM, México.
33. Greenpaece Argentina, (1997), *Impactos de la producción de papel: la industria, el gobierno y los consumidores pueden tener un mejor papel*, Buenos Aires Argentina.
34. FARN, (2005), *Gestión de residuos sólidos urbanos en Argentina*, Proyecto de residuos sólidos urbanos, Buenos Aires Argentina.
35. AMIFAC, (2007), *Plan de manejo de envases vacíos de agroquímicos y afines*, México DF.
36. Gonzalez F. y Lloveras J., (2008), *Mezclas de residuos de poliestireno expandidos (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción*, UAG, Guadalajara, México.
37. Robles F., Valencia G. y Durán E., (s/fecha), *Uso de poliestireno como texturizante en el proceso de composteo*, IPN, UPIB, México.

Referencias electrónicas

1. Juan Careaga (s/fecha), *Elementos para una política nacional de manejo de residuos urbanos*, INE, http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetitas/gaceta36/g9536391.html?id_pub=230#top.
Visitado el 11 de Febrero de 2010, 11:41 am
2. Joachim Borner, Thomas Klöpping (2003), *El desarrollo de la gestión de residuos sólidos en Alemania y posibles enseñanzas para una gestión participativa de los residuos sólidos en Santiago de Chile*, Organización Kolleg für Management und Gestaltung Nachhaltiger gGmbH, Alemania , http://www.medioambienteonline.com/site/root/resources/case_study/2077.html.
Visitado el 10 de Febrero de 2010, 9:45 am.
3. UAM, (2010), campaña de conciencia ambiental, México, <http://www.concienciaambiental.com.mx/>
5 de Enero de 2010, 2:56 pm