

# Estudio de producción y caracterización físico-química y microbiológica de los residuos sólidos en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Dora Luz Yepes Palacio

Ana Catalina Jaramillo Rojas

POLITÉCNICA No. 5 | agosto - diciembre de 2007, pp. 87- 102 |



## Autores

### **DORA LUZ YEPES PALACIO.**

Especialista en Gestión Ambiental, Msc. en Medio Ambiente y Desarrollo Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Grupo de Investigación en Higiene y Gestión Ambiental –GHYGAM. Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Docente.

### **ANA CATALINA JARAMILLO ROJAS**

Estudiante Ingeniería en Higiene y Seguridad Ocupacional, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Integrante grupo GHYGAM.

## Resumen

El presente artículo relaciona los resultados obtenidos y los aspectos metodológicos desarrollados en el proyecto de investigación "Estudio de Producción y Caracterización Físico-Química y Microbiológica de los Residuos Sólidos en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid", cuyo trabajo de campo fue realizado entre los meses de noviembre de 2005 y febrero de 2006. El proyecto fue ejecutado por el grupo de Higiene y Gestión Ambiental -GHYGAM, adscrito a la Facultad de Ingenierías y formulado en consonancia con los objetivos de la Línea de Investigación en Higiene y Gestión Ambiental. y constituye en el primer paso hacia la elaboración del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) en la Institución, dado que muestra una primera radiografía en cuanto a las cantidades y tipos de residuos sólidos generados, como base para plantear las propuestas estructurales que consoliden el PMIRS.

Dentro de los resultados obtenidos se resalta las cafeterías y los locales comerciales poseen la mayor generación de residuos sólidos, sobrepasan los 2.5 kg./empleado.-día. La producción per cápita promedio total es de 0.13 kg/hab/día y, el día de la semana que más se

generan residuos corresponde al martes con 1490 Kg. De otro lado, el potencial de reciclaje que posee la Institución es del 72%, cifra que muestra la prioritaria necesidad de efectuar programas de separación en la fuente y su consecuente programa de seguimiento.

Como este estudio es el primer paso para elaborar el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS), es menester resaltar la necesidad que tiene el Politécnico, de formularlo, no sólo por ser un requerimiento legal metropolitano, sino, también, por los amplios beneficios ambientales, económicos, educativos, sociales y éticos, que representa para la Institución. De esta manera se hace un primer llamado a quienes hacen parte de la institución para que sean partícipes de dicho plan, generando además la continuidad que merece este proyecto de investigación aplicada.

## Palabras Claves

Residuos Sólidos, Producción, PMIRS, Reciclaje, Separación en la fuente

---

## Abstract

The present article relates the obtained results and the methodological aspects developed in the project of investigation "Study of Production and Characterization Physicist - Chemistry and Microbiological of the Solid Wastes in the Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid", whose field work was realized between November of 2005 and February of 2006. The project was executed by the group of Hygiene and Environmental Management -GHYGAM assigned to the engineering faculty and formulated in agreement with the aims of the Line of Investigation in Hygiene and Environmental Management. The project was constituted in the first step towards the elaboration of the Plan of Integral Managing of Solid Wastes (PMIRS) in the institution, provided that it shows the first X-ray photography as for the quantities and types of solid generated residues, as base to raise the structural offers that consolidate the PMIRS.

Inside the obtained results it is highlighted: The Cafeterias and the commercial Places, there possess the major generation of solid residues exceeding even the 2.5 kg/Employee-day. The per cápita production total avera-

ge is of 0.13 kg/Inhabitant/day and, the day of the week that more wastes generate corresponds to Tuesday with 1490 kg. Of another side the potential of recycling that possesses the institution is 72%, number that shows the prior need to effect programs separation in the source and its consistent program of follow-up.

Being this the first step in the elaboration of an Integral Solid Wastes Plan (PMIRS), it is necessary to emphasize the need for the Politecnico to implement it not only because it is a metropolitan legal requirement, but also because of the ample environmental, economical, educational, social and ethical benefits that it represents to the institution. Therefore, the first call is made for those who belong to the organization so they can participate, thus generating the continuity that this Applied Investigation Project deserves.

## KEY WORDS

Solid Wastes, Production, PMIRS, recycling, separation in the source

---



# Estudio de producción y caracterización físico-química y microbiológica de los residuos sólidos en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Dora Luz Yepes Palacio  
Ana Catalina Jaramillo Rojas

POLITÉCNICA No. 5 | agosto - diciembre de 2007, pp. 87 - 102

## 1. Objetivo

Específicamente se buscó determinar la cuantificación y composición físico-química y microbiológica de los residuos sólidos en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, con base en los métodos estandarizados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en la guía para el manejo integral de residuos sólidos, para identificar propuestas que puedan ser integradas en un futuro al Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) institucional.

## 2. Metodología

El proyecto fue realizado en las sedes central y de Bello del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. De acuerdo con la metodología propuesta, la unidad de análisis y muestreo seleccionada fue el tipo de espacio. Según el Departamento de Planeación de la Institución, se identifican en total 512 espacios. Cada unidad fue seleccionada con el criterio de representatividad o importancia en la generación de residuos. Entre los espacios estudiados se encuentran: cafeterías, consultorios, laboratorios, locales co-

merciales, oficinas y servicios. Algunos de ellos son: el expendio de jugos naturales, la cafetería central, Maxifrutas, la panadería, la Cafetería Colanta, el estudio de televisión, los laboratorios de controles automáticos, variables, masoterapia y la Escuela de Gastronomía.

En la sede de Bello se estudiaron, entre otros espacios, unidades sanitarias, el cuarto del compresor, el local de fotocopias y el almacén. A diferencia de la sede del Poblado, en Bello el mayor número de espacios correspondió a los laboratorios a saber: Fluidos, Sanidad Vegetal, Biotecnología, Física, Química General, Bioquímica, Biología y Genética, Suelos y Tejidos Vegetales, Ventilación, Anatomía, Ruido, Vibraciones y Radiaciones, Agrimensura, Seguridad, Iluminación e Incendios y Explosiones, Contaminantes Químicos, Métodos y Tiempos, Control de Calidad y Diseño, Gas, Electrónica, Electricidad, Digitales, Resistencia de Materiales, Concretos, Mecánica de Suelos, Pavimentos y los laboratorios de Investigación de GRIBOT, Agrónica y GIBA.

### 2.1 Diseño muestral

En los laboratorios se realizó un trabajo específico, con la colaboración de los técnicos o encargados de los mismos, para determinar las características de los residuos sólidos producidos en cada uno de estos espacios. La variable más importante que se obtuvo fue la producción per cápita –PPC- (medida en kg./habitante/día, toneladas/día ó m<sup>3</sup>/habitante/día). Para ello se consultó la capacidad de los espacios por número de personas atendidas (empleado, profesor, estudiante o paciente) en los casos donde fue posible. El período de observación fue superior a una semana por núcleo o sede y todo el trabajo operativo de aforo y caracterización se desarrolló aproximadamente en cuatro semanas.

### 2.2 Modelo estadístico y aplicación de encuestas

Para seleccionar la muestra representativa se utilizó la base de datos de espacios físicos, proporcionada por la oficina de planeación de la institución, donde se identificaron en cada bloque el número de espacios de cada uno, piso (nivel), nomenclatura (codificación interna) y el tipo de espacio.

La información para obtener la muestra representativa, se procesó mediante el modelo estadístico sugerido en la *“Metodología de aforo y caracterización de residuos sólidos urbanos”* entregado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA -, en el proyecto *“Formulación Del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Regional Del Valle De Aburrá – PGIRSR 2005”*, ejecutado por la Universidad de Antioquia y la Asociación de Ingenieros Sanitarios AINSA –ACODAL. Una vez obtenidos los resultados arrojados por la metodología, se verificó, en campo, la muestra arrojada por el método estadístico y se recolectó la información primaria, por medio de encuestas y entrevistas, con el fin de obtener información complementaria sobre el manejo dado a los residuos en diversas sedes y dependencias y poder con esto planear propuestas más integrales de gestión. Las encuestas se aplicaron paralelamente a la recolección de información primaria.

### 2.3 Selección de la muestra por sector generador

La muestra seleccionada quedó compuesta por un total de 75 espacios, entre los cuales se destacan los laboratorios dentro del sector especial. (Ver tablas 1 y 2).



Tabla 1 Determinación de la muestra

Bloque Tipo de espacio	Sede Poblado		Sede Bello	
	Total Espacios	(ni) Muestra tipo de espacio	Total Espacios	Muestra tipo de espacio
Aula 9	6	3	11 1	
Biblioteca 1	1	1		
Bodega	10 4	1		
Cafetería	1	1		
Consultorios	2	1	1	1
Laboratorio	10 4	3	3	15
Local	7	3		
Oficina	175	11 1	9	1
Sala 3	1	1		
Servicios	63 2	2	5	2
Taller	5	2	2	1
Aula info. 1	5	6	5	5
Aula taller	9	4		
Aula especial	12 5			
Depósito		1	1	
Total (512)	410		102	
Muestra (73)		48	2	7
% muestreado		12%		26%

Tabla 2 Determinación de la muestra

Sector de producción	No. de muestras mínimo
Sector especial: Centro Médico (Centro de atención en salud y laboratorios).	21
Sector administrativo: Oficinas, servicios, mantenimiento y bodegas.	20
Sector académico: Auditorio, salas, aulas de clase, aulas especiales.	28
Sector comercial: cafeterías, tiendas, papelerías y fotocopias	6
<b>Total</b>	<b>75</b>

## 2.4 Inducción del personal involucrado

Antes de iniciar el trabajo de campo se capacitó al personal relacionado con el servicio de aseo. Este proceso se realizó en 2 charlas, una teórica y otra en campo. Allí se enfatizó en el problema ambiental asociado al manejo de residuos sólidos, los objetivos y alcances del proyecto, la metodología a desarrollar para la toma de muestras, forma adecuada de identificar los componentes físicos de los residuos sólidos (papel, cartón, plástico, materia orgánica...), y el diligenciamiento de los formatos para el aforo de los residuos sólidos.

De igual forma se capacitó a los auxiliares que participaron en el aforo y caracterización y adicionalmente a cada generador o personas a cargo de las instalaciones estudiadas.

## 2.5 Aforo y caracterización en la sede

### Poblado

#### 2.5.1 Producción de residuos para cada sector

El primer sector donde se realizó el muestreo y aforo durante tres días, fue el comercial. Sólo se hará la descripción del procedimiento desarrollado para este sector, dado que el método fue el mismo para las demás dependencias. En orden cronológico, los pasos ejecutados fueron los siguientes:

- Suministro de información en cada sitio: Inicialmente los auxiliares de campo visitaron cada lugar seleccionado y suministraron al personal a cargo (administradores, profesores y empleados) la información sobre el proyecto y sobre la necesidad de obtener su colaboración utilizando las bolsas exclusivas del proyecto (colores azul y beige) y conservando los residuos hasta su recolección, para no generar pérdidas de muestras.

- Identificación de recipientes: Se identificaron todos los recipientes de almacenamiento

del sector, los cuales fueron marcados con un número consecutivo. Posteriormente cada bolsa se rotuló con una etiqueta elaborada en papel adhesivo, obteniendo el peso de los residuos depositados allí. Los datos se registraron en un formato específico diseñado para tal fin. En la figura 1 se relaciona la etiqueta para la identificación de los residuos.

- Recolección de las muestras de residuos:

Fecha: \_\_\_\_\_  
Sector de Caracterización: \_\_\_\_\_ Dia: \_\_\_\_\_  
Dia inicio: \_\_\_\_\_ Dia fin: \_\_\_\_\_  
Hora inicio: \_\_\_\_\_ Hora final: \_\_\_\_\_  
Lugar: \_\_\_\_\_  
Actividad: \_\_\_\_\_  
Observaciones: \_\_\_\_\_  
Citas adicionales: \_\_\_\_\_

Sector de generación: Luján, donde se hacen los ensayos  
Procedimiento: 1. Se toma el peso de la bolsa antes de ser usada.  
2. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
3. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
4. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
5. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
6. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
7. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
8. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
9. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.  
10. Se toma el peso de la bolsa después de ser usada.

Figura 1 Etiqueta para la marcación y rotulado de los recipientes de almacenamiento

Una vez se llenaron las bolsas con los residuos generados en las respectivas bolsas debidamente rotuladas, los auxiliares procedieron a retirar de cada sitio y a pesarlas en un sitio cercano, acondicionado para este fin, el cual correspondió a la antigua cafetería central (zona destinada hoy al estudio y esparcimiento del estudiantado)

- De otro lado, para cuantificar toda la producción de RS de la institución, se obtuvo la colaboración del personal de servicios generales.



Con este personal se realizó el pesaje o aforo de todos los contenedores de residuos que se depositaron en las cajas estacionarias durante una semana, de acuerdo con las zonas asignadas, registrando en un formato el lugar de procedencia de los residuos y su cantidad. De esta manera se obtuvo el peso total de los residuos producidos en el PCJIC. Para ello se dispuso, en el sitio destinado para la compactación de material reciclable de una báscula con una capacidad de 200 Kg. Con ella se pesaron todas las muestras de los contenedores que ingresaron día a día al lugar del almacenamiento antes de que se depositaran en las cajas estacionarias para su recolección. Véase foto 1.

### 2.5.2 Caracterización física

Este proceso se llevó a cabo en el sitio de almacenamiento central de los residuos.

Para realizar el ensayo se acondicionó el lugar y se instalaron básculas y dinamómetros para el pesaje de los mismos. Allí se pesó de nuevo el material para corroborar la información de las etiquetas que se encontraban adheridas a cada bolsa y se registraron los datos en un formato para el control de bolsas; luego, se procedió a clasificar la muestra por tipo de residuo, los cuales fueron pesados una a una. Finalmente, se consignó la información obtenida.

La clasificación en los componentes básicos caracterizados fue así:

Materia orgánica: cáscaras y restos de alimentos, madera, follaje y otros

Papel: papel de imprenta y escritura, papel archivo, papel de oficina, sobres de cartas, papel sucio, papel kraft (bolsas, sobres), papel de desperdicio mezclado, papel higiénico, servilletas, papel parafinado, cartón.



Foto 1. Pesaje de los RS sede Poblado  
En la foto se observa el operario de servicios generales realizando el pesaje, obsérvese la báscula utilizada de capacidad 200Kg.

Plásticos: PET (polietileno tereftalato) (1): Botellas para refrescos; PE-AD (Polietileno de alta densidad) (2): botellas para leche, agua, zumos, detergentes; PVC (policloruro de vinilo) (3): botellas de agua y aceite para ensaladas; PE-BD (polietileno de baja densidad) (4): Película de envolver; PP (polipropileno) (5): comidas rápidas, película, botellas de salsas; PS (poliestireno) (6): botellas de fármacos, tapas de espuma, entre otros; otros plásticos (7)

Cueros y textiles

Metales: ferrosos y no ferrosos

Vidrio: vidrio blanco, ámbar y verde.

Otros: papel aluminizado, tetrapack, carbón y cenizas, carbón de fotocopiadora

Peligrosos: químicos, pilas, baterías, fármacos, etc.

Materiales pétreos

### 2.5.3 Sector especial (residuos peligrosos)

Con los consultorios (médico y de odontología), la metodología empleada fue la aplicación de encuestas y entrevistas, dado que allí se viene implementando de tiempo atrás los procedimientos sugeridos en el Plan de Gestión Integral de Residuo Sólidos Hospitalarios y Similares PGIRSHS (en cumplimiento del decreto 2676/2000)

Con los laboratorios de ambas sedes (Poblado y Bello) también se realizó un acercamiento por parte del equipo de trabajo al personal involucrado, ilustrando sobre los objetivos del proyecto, los avances y los requerimientos de la Resolución Metropolitana 00526 de 2004 de obligatorio cumplimiento para la institución. Este proceso buscó que el personal asistente de laboratorio apoyara el aforo y la caracterización; con ellos se aplicó una encuesta como complemento al proceso de caracterización, orientada a determinar materiales usados y flujo de residuos.

Foto 2. Clasificación de los residuos sólidos por tipo. En la ilustración se registra el momento de la clasificación de los residuos por sus componentes básicos.



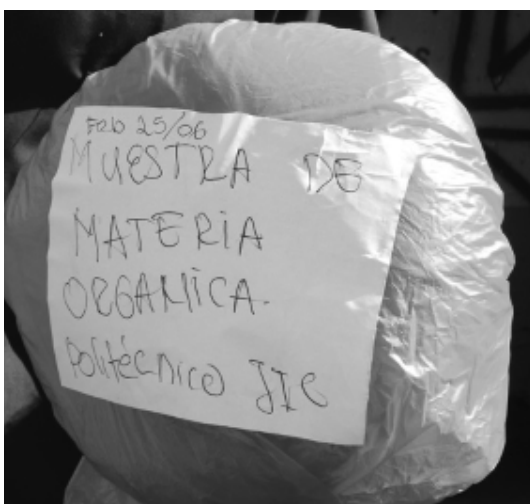
### 2.6 Proceso de aprovechamiento

Para complementar la investigación sobre el aforo y caracterización, se realizó un seguimiento a los registros de material separado en el sitio de almacenamiento central, los cuales fueron reportados por la Fundación Codesarrollo a la oficina de planeación de PCJIC. El proceso de separación es totalmente manual y se realiza en el sitio de almacenamiento o presentación final y lo cual realiza un operario que labora con la firma contratada por la dependencia de Servicios Generales de la Institución.

### 2.7 Análisis físico-químicos y microbiológicos

Con las muestras obtenidas a lo largo de la semana de caracterización se obtuvo una submuestra compuesta de material orgánico para realizar los ensayos de laboratorio. Para ello se aplicó el método del cuarteo utilizado para los residuos orgánicos, de la siguiente forma:

Fotos 3 y 4 Cuarteo para obtener la muestra de orgánicos y muestra obtenida. En la ilustración se registra el momento de realizar el cuarteo del material orgánico para la obtención de la muestra para análisis físico-químico y microbiológico. Al lado derecho se observa la muestra finalmente obtenida par envío al laboratorio.



- Con la materia orgánica encontrada se conformó un montículo, que se homogenizó mezclándolo con una pala, formando luego un círculo en el piso. Posteriormente se procedió a dividirlo en cuatro partes y se seleccionaron dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña.

- La muestra menor se volvió a mezclar y se dividió nuevamente en cuatro partes, se escogieron dos opuestas y se formó otra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener el tamaño de la muestra necesario para hacer las mediciones respectivas. El peso mínimo promedio, para procesar muestras orgánicas, fue de 2,0 Kg. (Obsérvese en la foto 3 y 4 el cuarteo realizado, el descarte de los extremos y la muestra finalmente obtenida para su transporte hacia el laboratorio).

- Para el se tomaron las precauciones de sellamiento y custodia de la porción de orgánicos para minimizar alteraciones por evaporación, igualmente se remitieron en el menor tiempo posible, para evitar cambios en la humedad por descomposición.

- Los ensayos que se realizaron a las muestras, entre otros, fueron los siguientes: físicoquímicos: humedad (%), pH, conductividad, densidad, cenizas (%), sulfatos, carbono, nitrógeno total, relación C/N, fósforo, potasio, hierro, plomo, cadmio, cromo, níquel, calcio, sodio, magnesio, manganeso, análisis de fitotoxicidad y del tamaño de partículas.

Microbiológicos: hongos y levaduras, coliformes totales y fecales, mesófilos, termófilos, mohos, nemátodos y/o protozoos enteros, bacterias y salmonella.

## 3. Resultados

### 3.1 Aforo y producción de los residuos generados sede Poblado

Según el análisis de la información recogida en este proceso, se puede decir que, diariamente en la sede del Poblado se generan alrededor de 1062 Kg. de residuos, sólidos, para un consolidado mensual aproximado de 27.6 ton. En la figura 2 se presenta la cantidad de residuos producidos por bloque o zona; de estos datos, se destaca la gran participación de la zona verde con el 20.6%, zona deportiva con el 19.2%, cafeterías en su conjunto 17.1%, cómo los espacios donde más se generan residuos sólidos.

El martes es el día de la semana que más se generan residuos dentro del Politécnico con 1490 Kg, seguido del día lunes con 1156 Kg, miércoles con 1030 Kg, jueves con 901 Kg y viernes con 673 Kg.

### 3.2 Caracterización física de los residuos por sedes

En la sede central, lo más importante de destacar en cuanto a la participación de los principales tipos de residuos encontrados en la caracterización de R.S dentro del PCJIC (reciclables, orgánicos biodegradables, ordinarios e inertes y peligrosos), fue el alto potencial de material reciclable (72%), frente a los demás tipos de residuos, mientras que los peligrosos representan el 0.33%.

Si se considera que el PCJIC genera aproximadamente 27.6 toneladas mensuales de residuos sólidos, de los cuales el 72% corresponde a reciclables, se estima que existe un potencial aproximado de 20 ton/mes de material reciclable. Una parte de este material se aprovecha en la actualidad.

En la figura 2 se muestran los porcentajes de participación para cada uno de los residuos en-

contrados en el PCJIC, donde se destacan: el papel (33%), el vidrio (15%), el plástico (16%), el cartón (5%), metales (4%) con los porcentajes más altos dentro de la clasificación de reciclables.

En orgánicos se viene generando aproximadamente el 23%, incluyendo el papel higiénico (4.5 Ton./mes, 7%). Este material es relativamente fácil de separar, dado que la generación dentro del PCJIC se limita al sector de cafeterías, restaurantes, Escuela de Gastronomía y zonas verdes. En la figura 3 puede verse la distribución porcentual de cada componente. La categoría de "Otros" incluye: tetrapac, carbón de fotocopiadora y papel aluminio, este último con un aporte de un 1%.

Para la sede de Bello se disminuye de manera ostensible la cantidad de material reciclable (40%) y se incrementan los porcentajes de los demás residuos en comparación con la sede del Poblado. En la figura 4 se presenta los principales tipos de residuos encontrados allí, mostrando claramente una vocación más de tipo operativo como consecuencia de la actividad desarrollada en los laboratorios. Se observó un alto porcentaje en la cantidad de materiales pétreos (13.8%) y de los residuos clasificados como "otros" (10.5%) como el tetrapack, escorias del barrido general y papel de aluminio; por el contrario, se encontró una disminución en la cantidad de papel generado, equivalente al 14%. Entre los residuos peligrosos encontramos pilas, envases de plaguicidas e insecticidas, además de los que se generan en los laboratorios.

### · Caracterización física para algunos sectores en la sede Poblado

A continuación se presenta los algunos resultados obtenidos para los sectores comercial y especial, dentro del PCJIC sede Poblado.

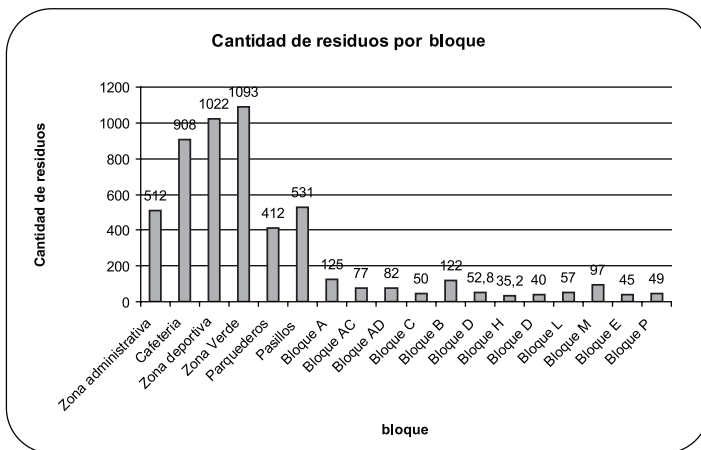


Figura 2. Cantidad de residuos por sector en el PCJIC sede Poblado (Kg./Sem)

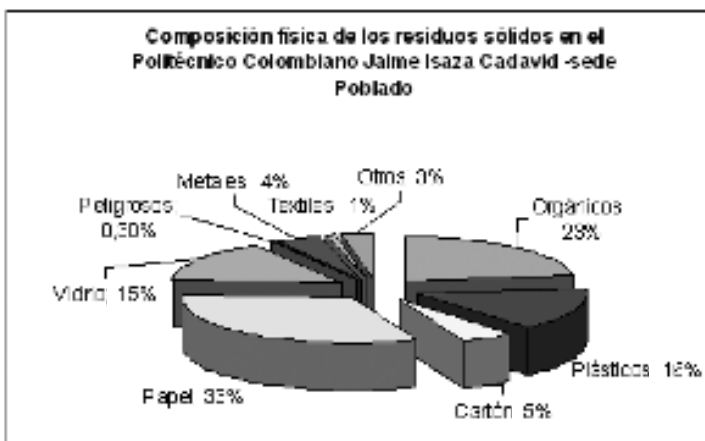


Figura 3. Participación de cada tipo de residuos en PCJIC sede del Poblado (%)

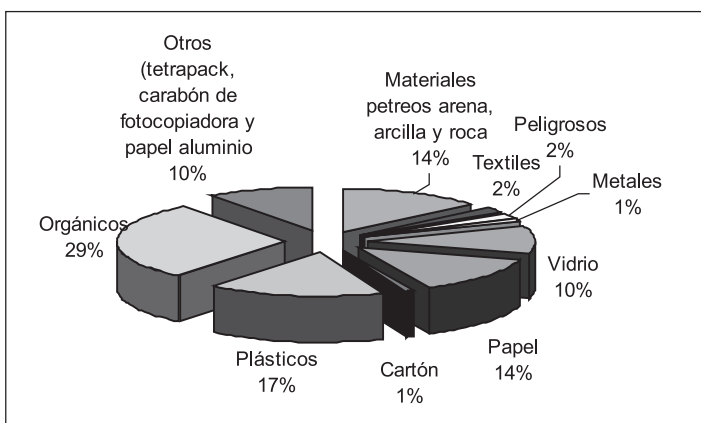


Figura 4. Participación por tipo de residuos en el PCJIC sede de Bello (%)

### **Sector comercial (cafeterías)**

En promedio, diariamente las cafeterías generan aproximadamente 189.18 Kg. de residuos sólidos, esto equivale al 17% del total generado en la sede Poblado. De esta cantidad, el 85.5% corresponde a las cafeterías ubicadas en el centro del PCJIC cerca al parqueadero de motos, portería Metro y administración; y el 14.5% restante corresponde a la cafetería denominada "Jugos".

Los resultados de la caracterización física de todo el PCJIC muestran a este sector como un gran generador de residuos, especialmente biodegradables con el 61%, plásticos con un 25%, papel en menor cantidad con un 7% y vidrio con el 1%.

### **Sector especial: Centro Médico o de Atención en Salud y Riesgos Profesionales:**

Aquí se generan residuos peligrosos tales como biosanitarios, cortopunzantes, fármacos vencidos, metales pesados y químicos reactivos. La recolección externa de los residuos sólidos peligrosos la realiza Empresas Varias de Medellín (Ruta hospitalaria) y Quimetales, con una frecuencia que varía entre 8 y 15 días para los residuos biosanitarios, en tanto que los residuos químicos reactivos utilizados en odontología se recogen con una frecuencia mayor, dependiendo de la cantidad generada.

A diferencia de los ordinarios, los residuos peligrosos se recogen a las 3:30 p.m. y se llevan hasta el almacenamiento intermedio ubicado en las afueras del centro médico, en un lugar acondicionado para el efecto. Los residuos de amalgamas y de radiografías se almacenan en recipiente rígido para su posterior recolección y tratamiento por una organización especializada. Se ha solicitado un sitio de cementación a la administración del PCJIC para su disposición final, pero este aún no ha sido asignado.

En este sitio se generan en promedio 105 Kg./mes de residuos no peligrosos y 9.5 Kg./mes de residuos peligrosos. El registro de la cantidad de residuos producidos se lleva a diario y no se realiza clasificación por tipo (cartón y papel, vidrio.. etc), debido a que ésta se efectúa en el almacenamiento final del PCJIC. En promedio es posible, dada la ubicación de los recipientes, aprovechar hasta 33.4 Kg./mes de material reciclable. Este material se entrega al personal de oficios varios que lo recoge y lo transporta de forma separada hasta el almacenamiento final, junto con los demás residuos ordinarios, generados en la institución para su aprovechamiento.

Según los registros revisados, correspondientes al mes de enero de 2006, se habían pesado 16.5 Kg./mes de biodegradables y 9 Kg./mes de reciclables, dado que en este mes el servicio no se había normalizado por completo.

El centro cuenta con un Plan para la Gestión de Residuos Hospitalarios y Similares (PGIRS-HS), el cual está en la fase de implementación; fue presentado ante la autoridad ambiental y la Seccional de Salud para su concepto. Allí se aplican protocolos de bioseguridad y se cuenta con un plan de contingencia, con responsabilidad en cabeza del personal auxiliar administrativo y de odontología.

### **3.3 Aprovechamiento de material reciclable en la sede del Poblado**

De acuerdo con la información suministrada por la Fundación Codesarrollo encargada del aprovechamiento, para finales del año 2005 y observando los datos reportados de material aprovechado entre el 29 de octubre y el 22 de noviembre de 2005 para la sede Poblado, se obtuvieron los siguientes resultados:

En promedio cada diez (10) días se recuperan 723 Kg. de material reciclable, para un consolidado mensual cercano a los 2170 Kg. En la figura No. 8 se presenta los porcentajes de material recuperado según el reporte (consolidado mensual). Según la caracterización de residuos sólidos del PCJIC, se estima que sólo el 10.3% es aprovechado, de un potencial reciclable del 72% y asumiendo un total generado de 27.6 ton.

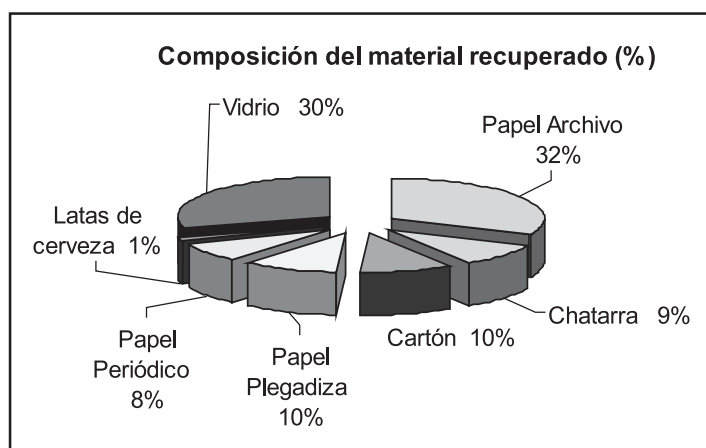


Figura 8 Porcentajes de material aprovechado

## 4. Conclusiones

- Uno de los principales problemas del PCJIC, en el manejo de los RS, tiene que ver con la escasa separación de residuos en la fuente y los posibles riesgos a los que se enfrentan los operarios de oficios varios o de servicios generales. Pese a que la institución ha realizado grandes esfuerzos por aprovechar gran cantidad de material reciclable, aún es posible mejorar dicho escenario.

- De acuerdo con los análisis de laboratorio, en la muestra de materia orgánica no se detecta la presencia de cadmio y cromo, pero sí de plomo y níquel, los cuales son sustancias de interés sanitario, que no deben estar presentes en procesos de estabilización de materia orgánica.

- Los análisis de producción por tipo de sector, muestran a las cafeterías y los locales con los mayores índices de generación de residuos que sobrepasan incluso los 2.5 kg./empleado.-día.

- Se concluye así que la producción per cápita para la sede Poblado es de 0,16 kg/hab-día, mientras que para Bello es de aproximadamente 0.091 Kg/hab-día. Estos nos arroja un promedio total de 0.13 kg/hab/día, la PPC más alta se encontró en las cafeterías con valores de 2.95 y 2.6 Kg/hab/día para el Poblado y Bello respectivamente. Cabe resaltar que el término "habitante" hace referencia a estudiantes, empleados y docentes.

- El día de la semana que más se generan residuos dentro del Politécnico, corresponde al día martes con 1490 Kg, seguido del lunes con 1156 Kg., miércoles con 1030 Kg, jueves con 901 Kg y viernes con 673 kg.

- El potencial de reciclaje que posee la institución es del 72%, cifra que muestra la prioritaria necesidad de efectuar programas de separación en la fuente y su consecuente seguimiento.

- En cuanto a los laboratorios, es importante que se inicie la elaboración del PMIRS como un elemento que suscite una verdadera gestión ambiental.

- Resulta importante que la institución apropiada en el corto plazo una partida para el diseño e implementación de su PMIRS, dado que ya se tiene, a través de este estudio de producción y caracterización, un insumo básico para su diseño e implementación.

- La primera y más importante propuesta va orientada al diseño e implementación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos. Esta propuesta va encaminada a dar cumplimiento a la Resolución Metropolitana 10202- 000526 del 23 de septiembre de 2004 y el Documento Guía para el Manejo Integral de Residuos Sólidos. Este lineamiento se basa en los siguientes argumentos:

Dado que el diagnóstico ya está realizado a través de este estudio, la elaboración del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos se constituye en el proyecto precedente a este, para esto, el Politécnico debe seguir los siguientes pasos:

- Elegir el grupo de Gestión Ambiental, cuyas funciones dentro del PMIRS se encuentran en su documento guía.
- Planear la estrategias de formación y educación con base en el diagnóstico
- Implementar el proceso de separación en la fuente
- Organizar e implementar una ruta óptima de recolección interna, organizar y adecuar los lugares de almacenamiento y acoger algún sistema de tratamiento.
- Elaborar el plan de contingencias que responda a las eventualidades o emergencias que se pudieran presentar, especialmente en los laboratorios donde se genera material peligroso.

## 5. Bibliografía

1. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional, guía para la realización de caracterización de residuos sólidos.*
  2. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. *Plan Maestro de Residuos Sólidos para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.* 2004
  3. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. *Guía Para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.* Medellín, 2004.
  4. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Resoluciones Metropolitanas 000008 de enero de 2004 y 000526 de septiembre de 2004.
  5. BOADA Ortiz, Alejandro. *El reciclaje, una herramienta no un concepto. -Reflexiones hacia la sostenibilidad.* Universidad Externado de Colombia. 2003
  6. CEPIS. *Diagnóstico del Manejo de Residuos sólidos en América Latina y el Caribe.* Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias de Ambiente. 1998.
  7. JARAMILLO, Germán (1995) "Acerca del reciclaje o la economía de los desechos". Seminario Taller sobre Minimización de Residuos. Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR) Cooperativa RECUPERAR Bogotá – Colombia. Agosto 15 al 17.
  8. KIELY, Gerard. Ingeniería Ambiental. *Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión.* McGraw Hill. Volumen 3. Madrid, 1999.
  9. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 1713 de 2002.
  10. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Políticas Para La Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Bogotá, 1996.
  11. OROZCO Alvaro, *Desechos sólidos, una aproximación racional para la recolección, transporte y disposición final.* Universidad de Antioquia, 1980
  12. THOBANOGLIOUS, George; Thiesen, Hilary y Vigil, Samuel A. *Gestión Integral de residuos sólidos.* Volumen 1 y 2. McGraw-Hill. 1996
- Página web <http://www.cepis.org.pe/acrobat/reciclaj.pdf> . Junio 6. 2003.
- Página web <http://cipres.cec.uchile.cl/~cwehrhah/Propiedades.htm>
- Página web <http://www.compostando.com>

