

## **GESTIÓN DE RESIDUOS INSTITUCIONALES: CASO FACULTAD DE INGENIERÍA**



### **Nicolás Rezzano Tizze\***

Ingeniero Civil Hidráulico y Ambiental. Master en Ingeniería ambiental. Estudiante del doctorado en Ingeniería Ambiental de la UdelaR. Profesor adjunto del Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA, Facultad de Ingeniería, UdelaR donde trabaja hace 10 años.

### **Agustín Ríos**

Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

### **Elizabeth González**

Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Dirección del autor principal (\*): Calle: Herrera y Reissig 565 – Punta Carretas –Montevideo – 11300 – Uruguay Tel.:+ 598 (2) 7113386 int 131 – Fax: +598 (2) 7115277. e-mail: [nrezzano@fing.edu.uy](mailto:nrezzano@fing.edu.uy)

### **RESUMEN**

En este artículo se presenta el trabajo realizado en la Facultad de Ingeniería sobre diagnóstico de la gestión de residuos sólidos, así como la implementación de un plan de gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos valorizables. El proyecto “Gestión de residuos institucionales: Caso FING”, surge a partir de la financiación por parte de los fondos concursables de la Unidad de Extensión de Facultad de Ingeniería en el año 2013. En este proyecto se realiza una profunda campaña de caracterización, a partir de la cual se diseña el plan de gestión. En base a la campaña fue posible obtener datos de porcentajes de composición, densidades y tasas de generación de residuos. Finalmente en el año 2015 a partir del apoyo de la comisión PCET-Malur de la UdelaR y del decanato de la Facultad se ejecuta el plan diseñado, contando a la fecha con los primeros resultados de la implementación.

Actualmente el equipo se encuentra colaborando con el Prorectorado de Gestión y Administración de la UdelaR con miras a mejorar la Gestión de Residuos sólidos reciclables en los centros Universitarios del país.

**Palabras Clave (en negritas): Residuos sólidos, Valorización, Caracterización.**

### **INTRODUCCION**

En este artículo se presenta el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en la Facultad de ingeniería, así como la implementación de un plan de gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos valorizables. El proyecto “Gestión de residuos institucionales: Caso FING”, fue financiado a través de los fondos concursables de la Unidad de Extensión de Facultad de Ingeniería en el año 2013 procuraba identificar herramientas para una mejora de gestión de los residuos sólidos de Facultad de Ingeniería. Posteriormente en el año 2015 se implementa el plan contando a la fecha con los primeros resultados.

### **METODOLOGÍA**

Al igual que en cualquier establecimiento educativo, como resultado de las actividades desarrolladas en FING ocurre una generación significativa de residuos sólidos, muchos de los cuales tienen la posibilidad de ser reincorporados al ciclo productivo a través del reciclaje.

Algunas de las actividades del trabajo realizado fueron las siguientes: Relevar las alternativas de valorización existentes de residuos sólidos a nivel local; Relevar la situación actual en FING con respecto al manejo de los residuos sólidos asimilables a domésticos; Revisar antecedentes referentes a la gestión de residuos sólidos reciclables en FING y Realizar una caracterización de los residuos sólidos asimilables a domésticos generados en FING.

A partir del estado del arte, un diagnóstico de la gestión actual, el marco normativo y las posibilidades de valorización, se recomienda una opción de segregación en origen de residuos reciclables y se proponen los pasos a seguir en las etapas subsiguientes de gestión.

**Marco legal e institucional** - En lo que respecta al marco legal municipal, de acuerdo al Artículo D.1919 del Digesto Municipal y Textos Ordenados, los residuos generados por actividades educativas se consideran residuos no domiciliarios -entre otros-. Este artículo es reglamentado por la Resolución 5383/2012 de la IM que establece que cuando se generen residuos no domiciliarios, sus propietarios podrán efectuar el transporte de los mismos para su clasificación, reutilización, valorización, tratamiento, reciclado o disposición final, por sí, por medio de terceros debidamente habilitados al efecto, o contratar el Servicio Especial de Transporte de Residuos de la Intendencia. Finalmente el artículo 6º de esta Resolución establece en que en caso que los establecimientos generadores de residuos no domiciliarios contraten el Servicio Especial de Transporte de Residuos de la Intendencia, deberán clasificarlos según su calidad de residuos secos o húmedos, depositarlos en los contenedores normalizados que se entregarán y pagar la tarifa correspondiente, en cuyo monto está incluida la disposición final de los residuos. Por otra parte, en lo que hace a las acciones desde UdelaR en relación a programas de segregación en origen, en Sesión del Consejo Delegado de Gestión Administrativa y Presupuestal de la Universidad de la República, en julio de 2013 se aprobó la participación de la UdelaR en el programa “Mi Barrio Clasifica”.

**La Facultad** - La Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República tiene por objetivo es la formación de profesionales capacitados para afrontar las necesidades y demandas del sector productivo, así como contribuir al desarrollo de la sociedad. El predio en el que se ubica comprende una totalidad de 33.000 m<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup> son áreas verdes. Según datos obtenidos de los censos de la UdelaR y del Informe Decanato de Facultad de Ingeniería 2005-2010, la población se distribuye de la siguiente manera: Funcionarios docentes: 759; Funcionarios no docentes: 150 y Estudiantes: 9.271<sup>1</sup>. Según censo 2009, el 95% de los estudiantes de Facultad de Ingeniería eran activos (se consideran activos los ingresos del año en curso y los alumnos con examen rendido o curso aprobado en los últimos dos años). La facultad (docentes, funcionarios y estudiantes) ha realizado distintos esfuerzos con miras a la valorización de residuos (plásticos, yerba, papel y cartón, etc.), sin embargo a la fecha de la presentación del proyecto de reciclaje (2013) estos habían fracasado por distintos motivos (escasez de recursos, falta de planificación, ausencia de control, etc. ).

**Caracterización** - El conocimiento de las características de los residuos generados en la institución es un aspecto fundamental a la hora de estudiar posibilidades de valorización de los mismos. Al inicio del proyecto, el equipo del DIA-IMFIA se contactó con los diferentes Institutos, oficinas administrativas, cantina y demás dependencias de la FING, con el objetivo de comprender las singularidades que tiene la GRS dentro de cada sector. Por otra parte, se realizó una campaña de caracterización de la totalidad de los residuos sólidos asimilables a domésticos generados en FING. La caracterización fue realizada en el período comprendido entre el lunes 16/09/13 y el martes 24/09/13. Los componentes considerados como residuos reciclables en la campaña se presentan en la Tabla 1.

| <b>Componentes Reciclables</b> | <b>Componentes No Reciclables</b> |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Papel reciclable limpio        | Alimenticios                      |
| Cartón limpio                  | Papel y Cartón No Reciclables     |
| PET                            | Nylon y Plásticos No Reciclables  |
| Tetra-pack                     | Residuos de Podas <sup>2</sup>    |
| Latas de Metal                 | Otros                             |

**Tabla 1: Componentes considerados en las dos categorías de segregación.**

Se presentan fotos de la caracterización en la Figura 1.

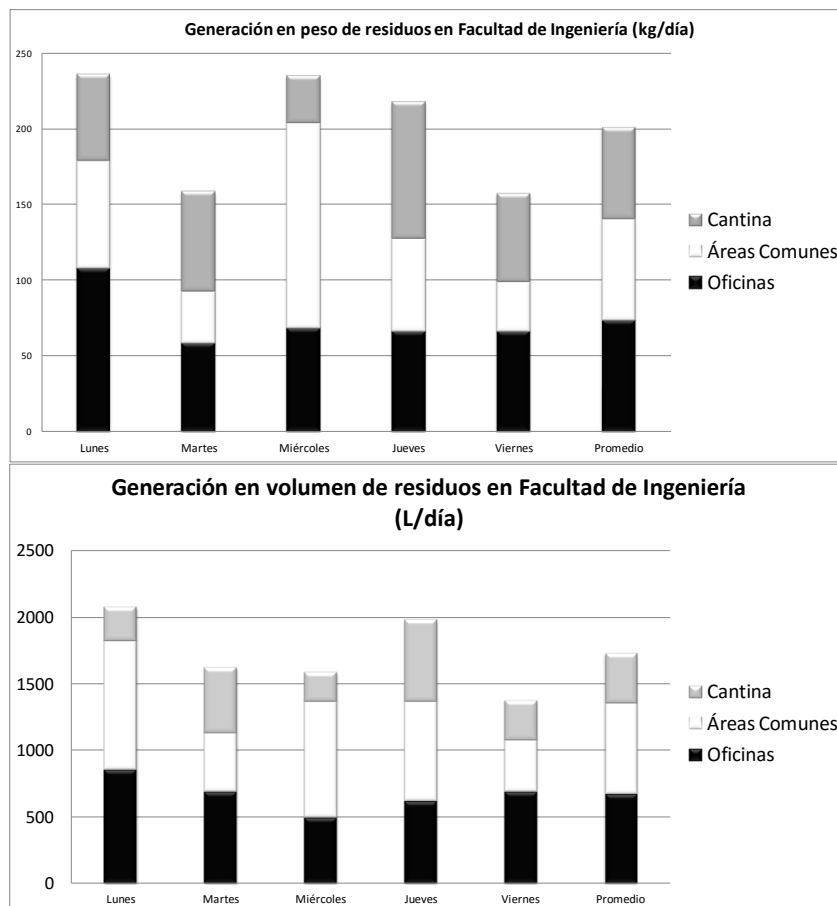
<sup>1</sup> Fuente: Censo 2012

<sup>2</sup> Generados en la limpieza del parque de la Facultad.



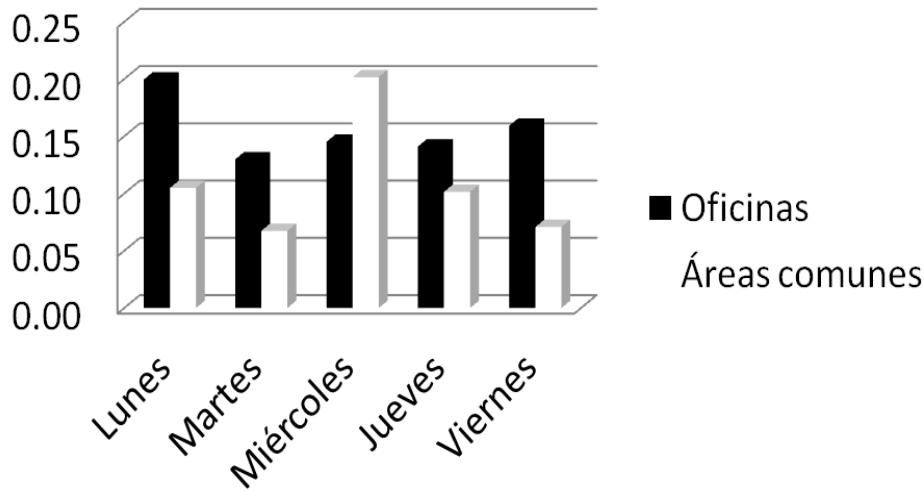
**Figura 1. Registros fotográficos de la caracterización**

Se solicita a los institutos y secciones administrativas listado de marcas, y se realizan conteos de estudiantes en la facultad con el fin de conocer la población generadora. En el período de muestreo, de acuerdo a lo que se observa en la Figura 2, se obtuvo una generación promedio diaria de 200 kg y de 1,7 m<sup>3</sup> de residuos en FING. Es relevante observar que la máxima generación se dio en los días lunes, siendo la misma de 235 kg y 2,1 m<sup>3</sup>. La principal componente en peso de los residuos generados corresponde a residuos alimenticios: significa un 40 % del peso total, lo cual implica una generación aproximada de entre 80 kg/d y 90 kg/d, pero es una fracción menor del volumen total: sólo un 12 %. En lo que respecta a la composición en volumen, se destacan las bolsas plásticas y otros plásticos no reciclables; el papel y cartón no reciclables; y las botellas de PET.



**Figura 2: Generación en volumen (L) y en peso (kg) de residuos en Facultad de Ingeniería, por sector y por día**

Las tasas de generación obtenidas se presentan en la Figura 3.



**Figura 3: Tasa de generación por sector (kg/persona/día)**

Cabe mencionar que tanto la TG por persona en Oficinas e Institutos como la de Áreas Comunes, no consideran la generación en Cantina. Dicha generación sí se incluye en la TG total, la cual asigna la totalidad de los residuos generados a toda la población. Se puede observar que la TG promedio en Oficinas e Institutos es notoriamente superior a la obtenida para Áreas Comunes, aspecto que se considera razonable ya que la mayoría de los estudiantes asisten a Facultad solamente a clases.

En la Tabla 2 se presenta la generación por tipo de residuo y por sector en kg/día.

|                         | Oficinas    | Áreas Comunes | Cantina     |
|-------------------------|-------------|---------------|-------------|
| Alimenticios            | 24.0        | 16.9          | 47.6        |
| Papel reciclable limpio | 13.2        | 3.4           | 0.1         |
| Papel y cartón NR       | 1.5         | 1.3           | 3.8         |
| Cartón limpio           | 10.3        | 14.2          | 2.8         |
| PET                     | 4.9         | 4.2           | 2.2         |
| Nylon y plásticos NR    | 8.5         | 4.2           | 6.3         |
| Tetra-pack              | 0.5         | 0.9           | 0.3         |
| Latas de Metal          | 0.1         | 0.5           | 0.5         |
| Poda                    | 0.0         | 16.4          | 0.0         |
| Otros                   | 6.9         | 22.2          | 0.1         |
| <b>Total</b>            | <b>70.0</b> | <b>84.3</b>   | <b>63.6</b> |

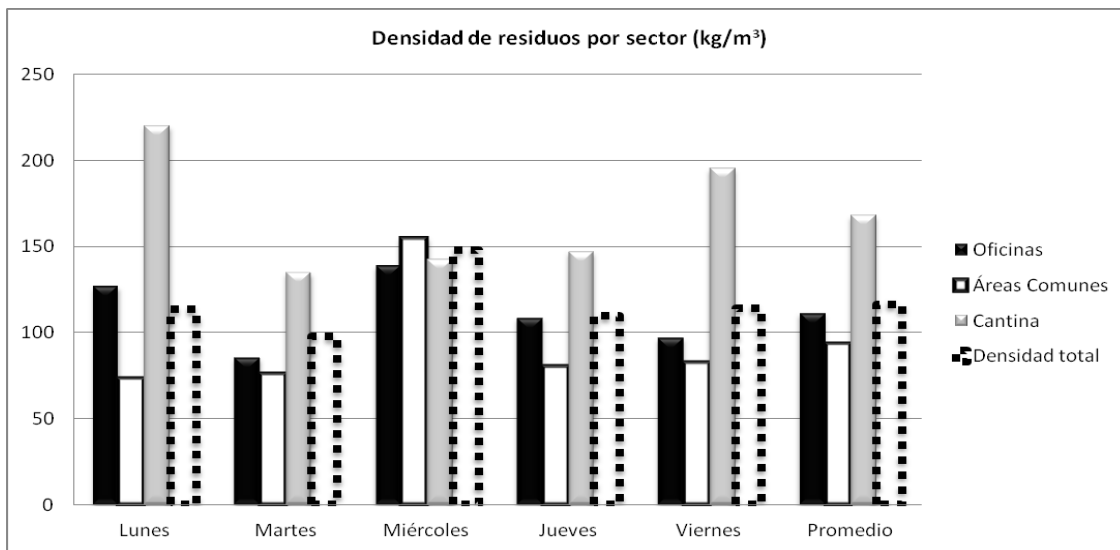
**Tabla 2: Generación por tipo de residuos por sector (kg/día)**

Se puede apreciar que la principal componente en peso de los residuos generados es la fracción alimenticia, comprendiendo un 40 % del peso total, lo cual implica una generación aproximada de entre 80 y 90 kg/d.

A la hora de observar los resultados, se destaca que la principal fuente de residuos alimenticios es Cantina, donde se generan, en peso, aproximadamente el 50 % de los Alimenticios generados en toda la facultad.

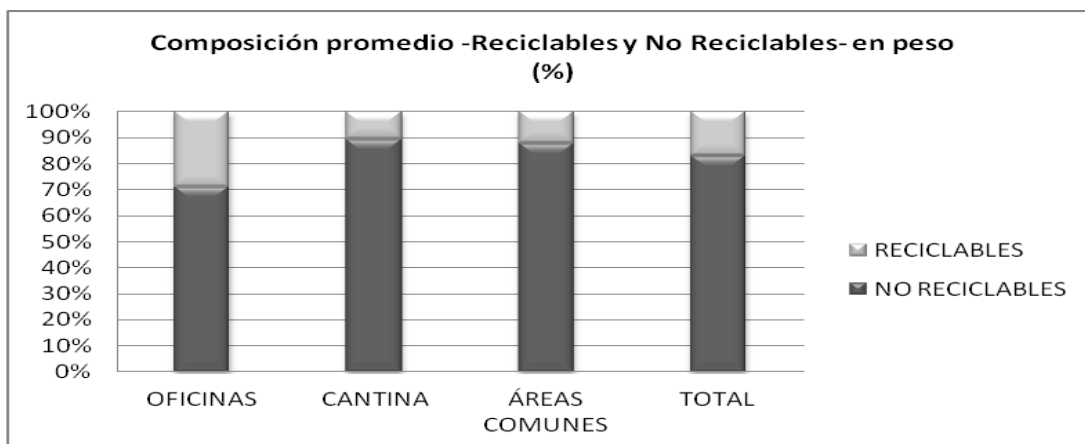
Por otro lado, cabe mencionar que si bien no se realizó un análisis cuantitativo de la composición de los residuos alimenticios, se realizaron observaciones que permiten obtener una primera aproximación en cuanto a la composición en volumen de dichos residuos: mientras que en Cantina prácticamente el 100 % de los residuos alimenticios provienen de restos de comida, en Oficinas e Institutos y Áreas Comunes aproximadamente el 70 % en volumen corresponde a yerba usada. Por otro lado, cabe destacar que el porcentaje relativamente alto de “Otros” detectado en Áreas Comunes se debe a que se encontraron escombros, ventanas, entre otros.

Los valores de densidad por sector se presentan a continuación en la Figura 3.

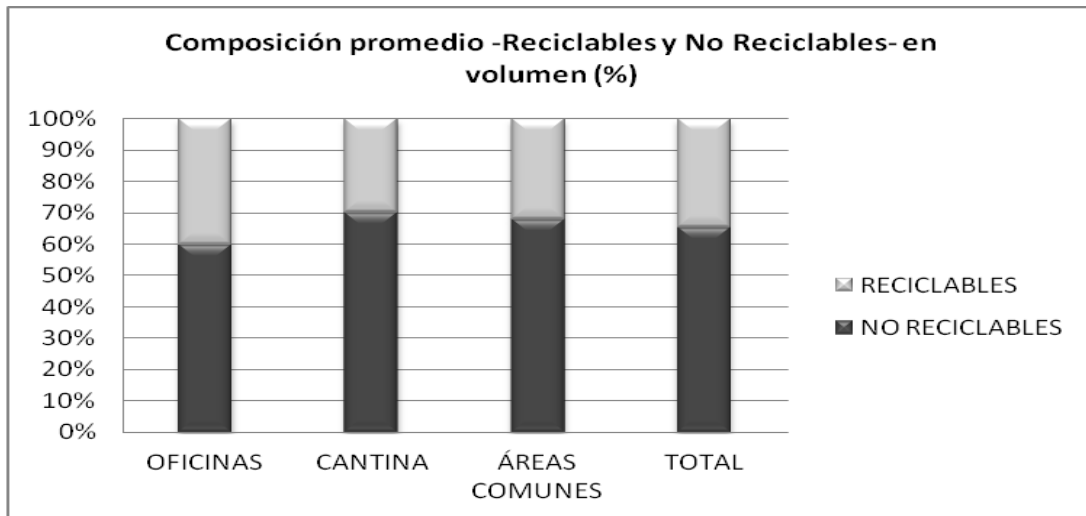


**Figura 3: Densidad (kg/m3) por sector**

Se observa que la densidad promedio en Cantina es sensiblemente superior al resto de los sectores, aspecto razonable debido al elevado porcentaje del componente alimenticio en dicho sector. Se puede apreciar también que la densidad en Oficinas es levemente superior a la densidad en Áreas Comunes. En la Figura 4 y la Figura 5 se observa la composición promedio de residuos reciclables y no reciclables en peso y en volumen respecto al total generado por sector.



**Figura 4: Composición en Reciclables y No Reciclables en peso, según sector**



**Figura 5: Composición en Reciclables y No Reciclables en volumen, según sector**

De los gráficos anteriores, se puede extraer como principal conclusión que, considerando la máxima eficiencia (teórica) de segregación de componentes reciclables, se podría disminuir aproximadamente un 20 % del peso y un 35 % del volumen de los residuos que actualmente son retirados con destino a disposición final. Dichos porcentajes comprenden un total aproximado de 37 kg/d y 960 L/d de residuos.

En la Tabla 3 se presenta la generación promedio de residuos reciclables por sector en peso (kg/d).

|                         | Generación promedio de residuos reciclables por sector en peso (kg/d) |            |               |             |
|-------------------------|---|------------|---------------|-------------|
|                         | OFICINAS  | CANTINA    | ÁREAS COMUNES | TOTAL       |
| Papel reciclable limpio | 13,2  | 0,1        | 3,4           | 16,7        |
| Cartón limpio           | 1,5   | 3,8        | 1,3           | 6,6         |
| PET                     | 4,9   | 2,2        | 4,2           | 11,2        |
| Tetra-pack              | 0,5   | 0,3        | 0,9           | 1,8         |
| Latas de Metal          | 0,1   | 0,5        | 0,5           | 1,1         |
| <b>TOTAL</b>            | <b>20,3</b>   | <b>6,8</b> | <b>10,3</b>   | <b>37,4</b> |

**Tabla 3: Generación promedio de residuos reciclables por sector, en peso**

Se observa en la Tabla 3 que la mayor cantidad de Residuos Reciclables se genera en Oficinas, aunque cabe mencionar que dicha cantidad se encuentra distribuida por tantos puntos como oficinas existen. En ese sentido, vale aclarar que Cantina representa un sector de interés ya que los residuos allí generados implican un solo punto de segregación.

En el caso de Oficinas e Institutos, se puede apreciar claramente que la componente reciclable que se genera en mayor cantidad -en peso- es el papel, seguida por el PET. Este aspecto es coincidente con lo expresado por las personas consultadas en cada Instituto.

## PROPUESTA DE GESTIÓN

Considerando la máxima eficiencia posible de segregación de componentes reciclables, se podría disminuir aproximadamente un 20 % del peso y un 35 % del volumen los residuos que actualmente son enviados a relleno sanitario. El beneficio de comercializar la totalidad de los materiales reciclables de FING directamente (sin considerar costos de transporte, procesamiento, etc.) se estima en 4.400 \$/mes.

Si bien este proyecto no incluye el análisis de alternativas de gestión para la componente alimenticia de los residuos, es de interés que la misma se aborde en una instancia posterior –por ejemplo, otro proyecto de este tipo-, debido a la importancia que tiene la misma en el total de los residuos generados en la institución, especialmente en lo que respecta a la generación de yerba usada.

La propuesta de gestión en FING consideró la segregación en origen de algunos tipos de residuos, que inicialmente se recomienda sean papel limpio, cartón limpio y PET. Con este objetivo, se propone colocar recipientes de 120 L en 17 sitios.

Se propuso realizar la recolección de reciclables el día en que se efectúe el retiro de los materiales, con excepción de la Cantina donde la recolección debe ser realizada en forma diaria (esta recolección sería realizada por el personal de Cantina). La GRS de FING debe contar con un organigrama que integre a todos los participantes en la gestión de residuos de FING y su limpieza. En particular, se debe definir las responsabilidades en el sistema de segregación y almacenamiento de residuos reciclables.

Se propone un conjunto de registros internos que deben completarse en forma sistemática y mantenerse al día, a los efectos de permitir un proceso de mejora continua en la GRS de FING. Esta información también puede ser de utilidad para implantar sistemas del mismo tipo en otras instituciones y servicios de la UdelaR.

Para garantizar el involucramiento de todos los actores y a la vez facilitar la correcta implementación del sistema de GRS, se propone incluir herramientas e instancias que permitan de información / capacitación para que el usuario pueda conocer, en forma clara y sencilla, cómo proceder con los diferentes tipos de residuos que genere en el local universitario.

Finalizado el proyecto, se realizó una etapa de difusión a través de presentaciones en el ciclo de Seminarios del IMFIA, en la asignatura de grado Introducción a la Ingeniería Sanitaria en coordinación con Elementos de Ingeniería Ambiental, y mediante un stand en el evento anual que organiza la Facultad de Ingeniería "Ingeniería DeMuestra 5". Finalmente, se realizó un Seminario Taller específico sobre el tema, al cual fueron invitados los distintos actores de la FING y de UdelaR.

En el año 2015 se implementa el plan de gestión de residuos considerando solamente la segregación de papel y cartón, contando actualmente los primeros resultados. Se realiza una capacitación en conjunto de funcionarios y docentes de FING, iniciando la recolección selectiva en al interior de los institutos.

A la fecha de presentación de este artículo el plan de gestión de residuos reciclables se encuentra implementado y funcionando correctamente. Ya han sido realizados varios retiros por parte de Repapel, empresa que ha mencionado explícitamente la buena calidad del material reciclado.

Actualmente el equipo se encuentra colaborando con el Prorectorado de Gestión y Administración de la UdelaR con miras a mejorar la Gestión de Residuos sólidos reciclables en los centros Universitarios del país.



#### NUEVO PLAN PARA LA FACULTAD

La Facultad de Ingeniería comenzará a implementar un Plan de Gestión de Residuos Institucionales, colocando contenedores en todos los institutos y departamentos administrativos a los efectos que el personal deposite allí los papeles y cartones limpios para reciclar.

En esta primera etapa sólo se segregará **PAPEL Y CARTÓN LIMPIO**, esta categoría incluye:

- **PAPEL BLANCO:** fotocopias, impresiones, hojas de cuadernola, papel térmico. No deber estar arrugado, tener grampas o rulos.
- **PAPEL DE COLORES:** diarios, revistas, papel satinado, sobres de colores, etc.
- **CARTÓN:** No debe tener grampas, nylon u otros materiales

La categoría Papel y Cartón Limpio **NO INCLUYE:** papel sucio, papel parafinado, papel plastificado, papel metalizado y envases de tetra brik.

Se recomienda no arrugar el papel o cartón con el objetivo de generar residuos de menor volumen.

[www.fing.edu.uy](http://www.fing.edu.uy)  
[reciclaje@fing.edu.uy](mailto:reciclaje@fing.edu.uy)

#### ¿A DÓNDE IRÁ EL PAPEL?

El papel será retirado por Repapel, una organización sin fines de lucro que propone sistemas de gestión del papel de desecho reciclable en las organizaciones patrocinantes y en las escuelas participantes. El papel recolectado se traslada a depósitos o fábricas recicladoras. A partir de este papel de desecho, se elaboran materiales y útiles de papel reciclado que regresan a las escuelas y se financia el programa educativo.

#### PROYECTO Y FINANCIACIÓN

El financiamiento de esta etapa del plan fue obtenido mediante un proyecto presentado y aprobado por la PCET-MALUR (Comisión Permanente de Procesos y Condiciones de Estudio, Trabajo y Medio Ambiente Laboral en la Udelar).

El plan de gestión de residuos institucionales se basa en aspectos desarrollados en el proyecto "Gestión de residuos Institucionales: Caso FING", llevado a cabo por el Departamento de Ingeniería Ambiental (DIA) del IMFIA, financiado a través del Fondo Interno de Extensión de la Facultad de Ingeniería en el año 2013.

Por medio de esta propuesta se pretende implementar parte de las medidas propuestas por el DIA-IMFIA, con el objetivo de implantar un plan piloto que pueda servir como referente a los efectos de la implantación de prácticas similares en otros servicios universitarios.

Esperamos contar con el apoyo y participación de todos

Figura 6 – Folleto de implementación en fing

**Agradecimientos.** – Se agradece a los funcionarios y docentes de la Facultad de Ingeniería que colaboran en la correcta gestión de residuos reciclables, en especial a Adrian Santos por su participación clave en la etapa de implementación del proyecto..

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 -Boletines del plan de obras y Mantenimiento - FING, Uruguay, 2010.
- 2 - IM, Plan Director de Residuos Sólidos - LKSur - Fitchner, Uruguay, 2005.
- 3 - IM, Digesto Municipal, Uruguay, 2013.
- 4 - Lund, H. Manual Mc Graw - Hill de Reciclaje - España, 2008
- 5 - MIDES, PUC, Tirando del Carro- Uruguay, 1998
- 6 - Tchobanoglous, Thiesen & Vigil. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Mc Graw – Hill, 2002