

INGENIERÍA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE PROCESOS

**ASPECTOS AMBIENTALES DE LA
INDUSTRIA DE PROCESOS**

**Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería**

Generación y tipo de residuos

Los residuos se pueden clasificar según su estado físico en residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Dichos residuos se generan en todos los ámbitos de la actividad humana, tanto doméstica como industrial. A continuación se presentan brevemente las principales características de los residuos.

Residuos Sólidos

Residuos Sólidos

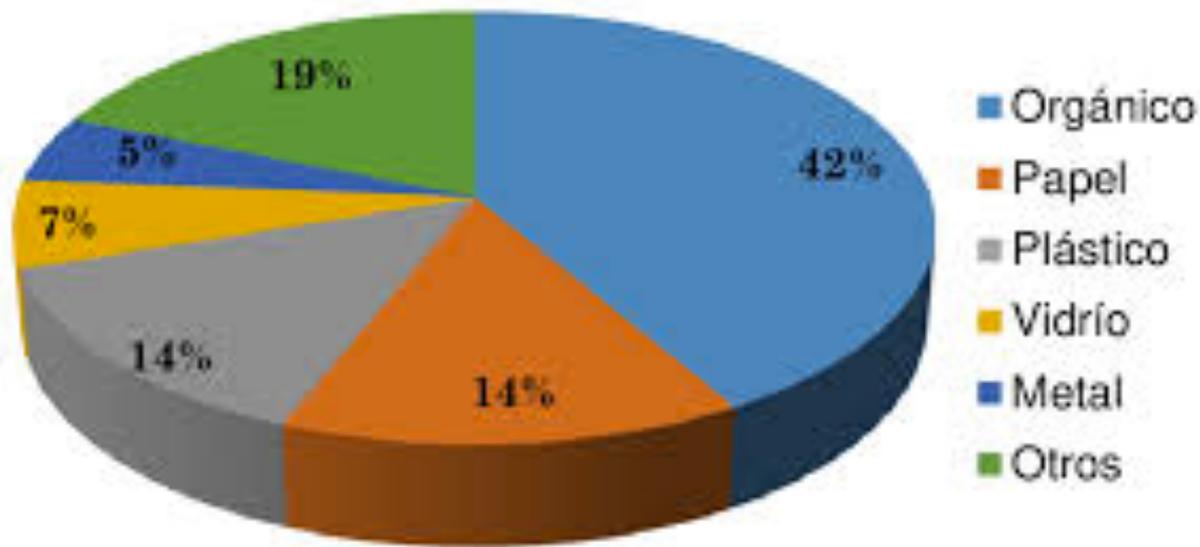
Los residuos sólidos se generan tanto en la actividad doméstica como industrial, y constituyen un problema ambiental crítico en la sociedad industrial moderna.

1 Residuos Sólidos de Origen Doméstico (RSU)

Son los residuos generados por la actividad doméstica y generan importantes problemas ambientales en las grandes ciudades. La generación es del orden de 0,5-1,5 kg/habitante día y depende de nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización.

Composición de residuos sólidos urbanos (Zaror)

| Componente | % en peso en base húmeda |
|---------------------------|--------------------------|
| Material Orgánico | 40-50 |
| Papeles y Cartones | 15-22 |
| Escorias, cenizas y lozas | 4-6 |
| Plásticos | 10-15 |
| Textiles | 4-6 |
| Metales | 2-3 |
| Vidrios | 1-3 |
| Otros | 6-7 |



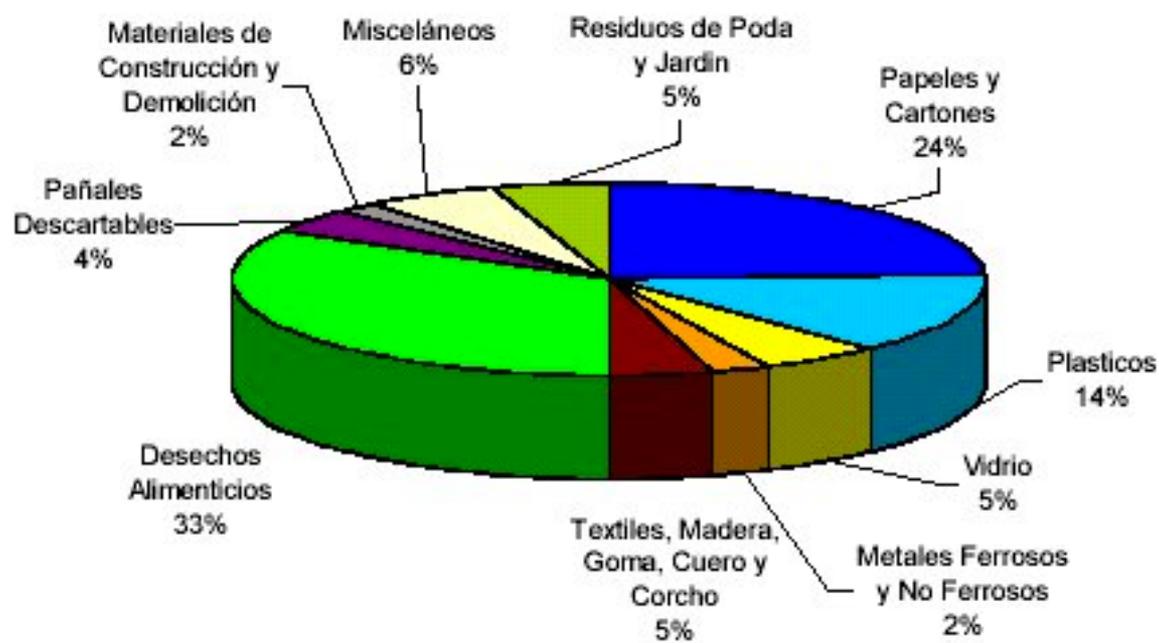


Gráfico 1 – Composición Física Promedio Ciudad de Buenos Aires

| Tipo de residuo | Características | Aplicación para el PDRS |
|--|---|--|
| Residuo sólido domiciliario (RSD) | Residuo sólido generado por actividades propias realizadas en las viviendas | Evaluación de una posible recolección selectiva en domicilios |
| Residuo sólido domiciliario y de pequeños generadores (RSDPG) | Comprende a todos los residuos que son recolectados por el servicio de recolección municipal de residuos domiciliarios. Incluye los RSD, y otros residuos que por su volumen (pe. <100 kg/día en Montevideo) y composición son asimilables a éstos (p.e. oficinas y comercios) | Dimensionamiento del servicio de recolección municipal Evaluación y dimensionamiento de alternativas de recolección (también selectiva), reciclaje, tratamiento y disposición final |
| Residuos sólidos urbanos (RSU) | Este grupo se compone de los RSDPG, más los residuos que por su composición son asimilables éstos, pero por su volumen no son considerados como RSDPG. Esto incluye a grandes generadores como edificios públicos, centros comerciales, etc., y los residuos generados por actividades de barrido y limpieza. | |

| Departamento | Población Urbana | Tasa de generación (kg/hab.día) | | | Total generado (ton/día) | | |
|------------------------|------------------|---------------------------------|---------|------|--------------------------|-------|-------|
| | | RSD | RSDPG | RSU | RSD | RSDPG | RSU |
| Montevideo | 1.370.266 | 0,50 | 0,88 | 1,22 | 685 | 1.210 | 1.678 |
| Canelones | 314.092 | 0,38-0,50 | 0,62 | 0,82 | 119-157 | 196 | 254 |
| San José | 32.540 | 0,38-0,50 | 0,62 | 0,77 | 12-16 | 20 | 25 |
| AMM | 1.718.433 | 0,38-0,50 | 0,83 | 1,14 | 816-858 | 1.426 | 1.957 |
| Rango en Latinoamérica | | 0,3-0,8 | 0,5-1,2 | | | | |

Fuente: Plan Director RSU 2004

2 Residuos Sólidos de Origen Industrial(RSI)

Por su parte, los residuos sólidos de origen industrial (RSI), pueden generarse a partir de diferentes fuentes, que reflejaran directamente la naturaleza de los materiales utilizados y de los productos derivados del procesamiento

- **Cenizas y escorias de los sistemas de combustión para generación de vapor de procesos. Sus características químicas dependen del tipo de combustible y de las condiciones de combustión.**
- **Sólidos secundarios generados por los sistemas de tratamiento de efluentes (ej.: lodos de sedimentación, lodos biológicos) y/o de gases (ej.: cenizas y polvos de los filtros, precipitadores electrostáticos o ciclones).**
- **Insumos químicos gastados no reutilizables (ej. catalizadores agotados, solventes gastados).**
- **Envases y otros contenedores de materias primas, insumos y equipos. Sus características dependen del tipo de contenedor y de la naturaleza de los compuestos almacenados.**
- **Materiales residuales de las operaciones de mantenimiento (ej. aceites, grasas y solventes gastados, partes de equipos dañadas, aislantes, escombros, chatarra)**

- **Materias primas no utilizables, debido a que no poseen características compatibles con el proceso (ie. fuera de especificación) o que no han sido utilizadas debido a problemas con las operaciones (ie. Pérdidas de proceso).**
- **Partes no utilizables de las materias primas (ej.: cortezas, huesos, vísceras).**
- **Materiales intermedios y productos fuera de especificación, sin valor comercial, generados debido a problemas operacionales u otras razones.**
- **Residuos de actividades de construcción, generados durante la construcción e instalación de nuevas facilidades, modificaciones a las instalaciones existentes, etc.**

RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES Criterios básicos para la gestión de RSI (DINAMA)

<https://www.aiqu.org.uy/documentos/medioambiente/criterios%20residuos.prop%20dinama-ciu.pdf>

La clasificación de residuos tiene como base los siguientes aspectos:

- Los peligros para la salud y el ambiente de las sustancias químicas que componen o contaminan los residuos sólidos.**
- Las características fisicoquímicas de los residuos sólidos considerando el peligro asociado en las operaciones de gestión.**

Residuos categoría I

Residuos que por su composición o características involucran un peligro alto o medio para el medio ambiente.

Residuos de categoría II

Todo residuos que no presente alguna características de la categoría I

Sitio de disposición de RSI Uruguay

El sitio de disposición de residuos industriales se encuentra junto a la usina municipal de Felipe Cardozo. Allí se verterán desechos no asimilables a urbanos “peligrosos” en rellenos o celdas de seguridad, cuya capacidad es de aproximadamente 300.000 metros cúbicos, lo que equivale a los residuos que genera Uruguay en más de 11 años. (Inauguración 2015) Cámara de Industrias, los ministerios de Industria, Energía y Minería, de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, y la Intendencia de Montevideo.

https://youtu.be/0RVYO_y5tIc

La tasa de generación de RSI varía ampliamente según el tipo de actividad. En las últimas décadas, se ha puesto mucho énfasis en la gestión racional de los residuos sólidos, ya que se puede lograr una significativa reducción de los volúmenes generados. Tecnologías limpias, economía circular, etc.

Se pueden minimizar las pérdidas de material sólido mediante una cuidadosa gestión, manteniendo una segregación inteligente de los residuos, para su posterior reutilización y revalorización.

Más aún, una adecuada gestión de producción puede ayudar a minimizar las pérdidas debidas a materias primas y productos finales fuera de especificación.

La recuperación de recursos potenciales durante el proceso de manufactura es una opción factible en muchas actividades industriales, sin que para ello se requieran grandes montos de inversión.

Ejemplo: Lograr atender los requerimientos de especificaciones de calidad respecto a los residuos totales para expediciones de malta a partir del año 2020. Minimización de los residuos generados para atender especificaciones.

Es uno de los parámetros de calidad que posee especificaciones concretas a cumplir para expediciones. Actualmente comprende un máximo de 3%, pero se conoce que se exigirá un máximo de 2%.

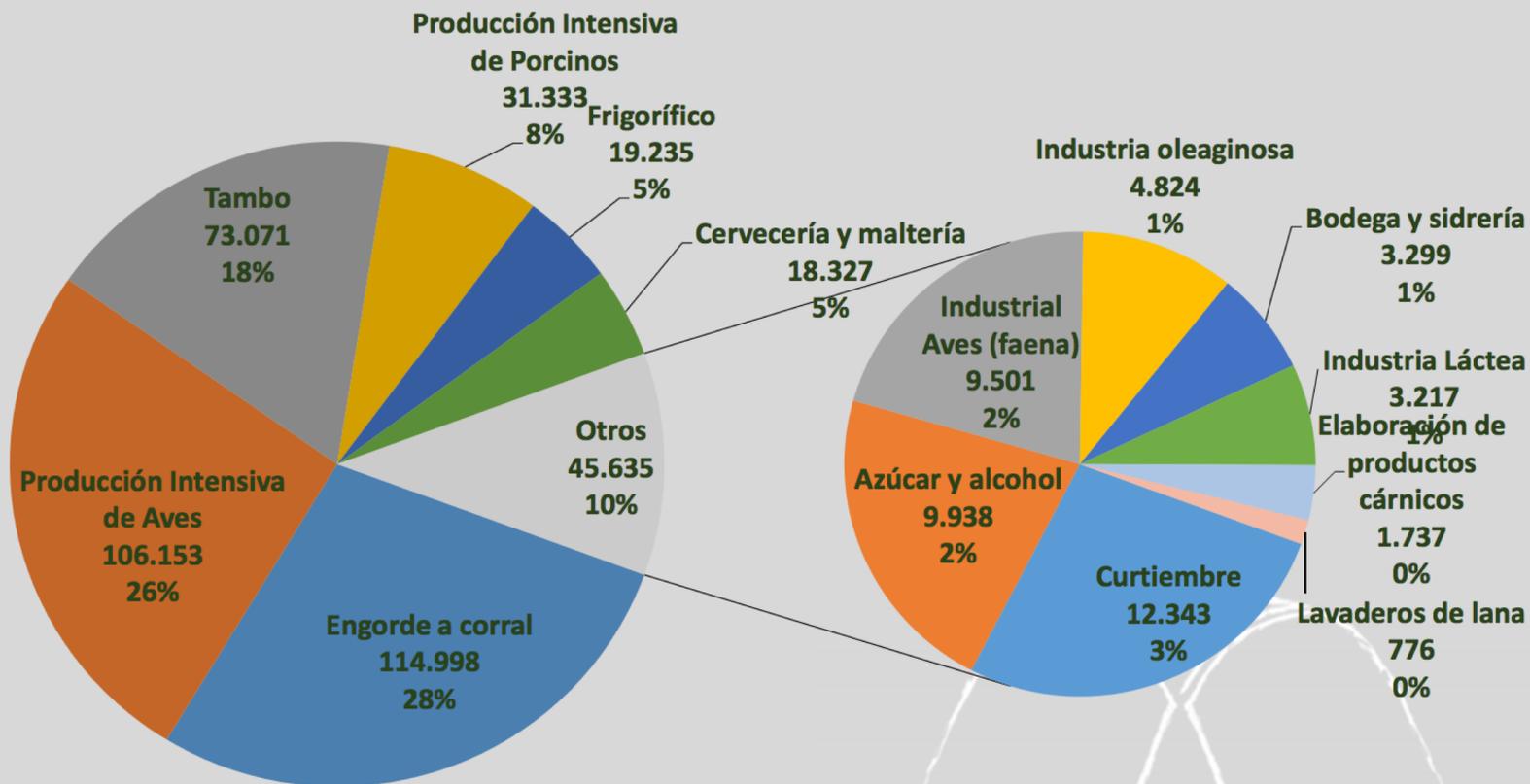
Mejora del proceso de malteo haciendo foco en limpieza de cebada y malta. Relevamiento de los equipos involucrados en las limpiezas y sus condiciones de funcionamiento. Determinar los valores de residuos totales que se obtienen en entrada y salida de cada etapa del proceso.

Evaluar si es posible alcanzar los requerimientos ajustando los equipos existentes y se calcular el impacto económico.

Residuos Agroindustriales en Uruguay (Biovalor)

Generación de residuos en base seca (ton/año)

Total: 408.752 ton/año (2013/2014)



Informe Técnico: **Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos.** Disponible en <http://biovalor.gub.uy/>

Residuos Líquidos

Residuos Líquidos

El agua es uno de los principales constituyentes en los procesos tanto naturales como industriales. Es un poderoso solvente, y como tal, un vehículo de transferencia de una amplísima gama de compuestos orgánicos e inorgánicos solubles.

A su vez, las propiedades termodinámicas del agua la transforman en un excelente agente térmico para transportar energía calórica de una parte a otra del proceso.

El uso doméstico e industrial de agua resulta en la generación de residuos líquidos, cuya composición y volumen dependen del tipo de uso, de la naturaleza de los procesos, del nivel tecnológico, de los materiales utilizados y de la gestión de producción.

1 Residuos Líquidos de Origen Doméstico

Los residuos líquidos derivados de la actividad doméstica, están constituidos principalmente por las aguas generadas por las actividades de lavado (ropa, utensilios, alimentos, personas) y las aguas sanitarias (fecales). La tasa de generación diaria de residuos líquidos domésticos está en el rango 0,1-0,4 (m³/persona).

| COMPOSICIÓN | CONCENTRACIÓN (KG/M³) | TASA DE GENERACIÓN TÍPICA (G/HAB./DÍA) |
|--|---|---|
| DBO₅ | 0,10-0,40 | 18-50 |
| DQO | 0,25-1,00 | 40-115 |
| Sólidos suspendidos | 0,10-0,35 | 18-50 |
| Nitrógeno total | 0,02-0,08 | 5-13 |
| Fósforo | 0,01-0,02 | 0,4-2 |
| Grasas | 0,05-0,15 | 10-25 |
| Coliformes fecales (NMP/100 ml) | 10⁶ - 10⁹ | - |

Fuente: Zaror

- **Agua cloacal de una ciudad de Uruguay, valores promedio:**
 - **480 mgDQO_{total}/L**
 - **230 mgDQO_{soluble}/L**
 - **170 mgSST/L**
 - **120 mgSSV/L**