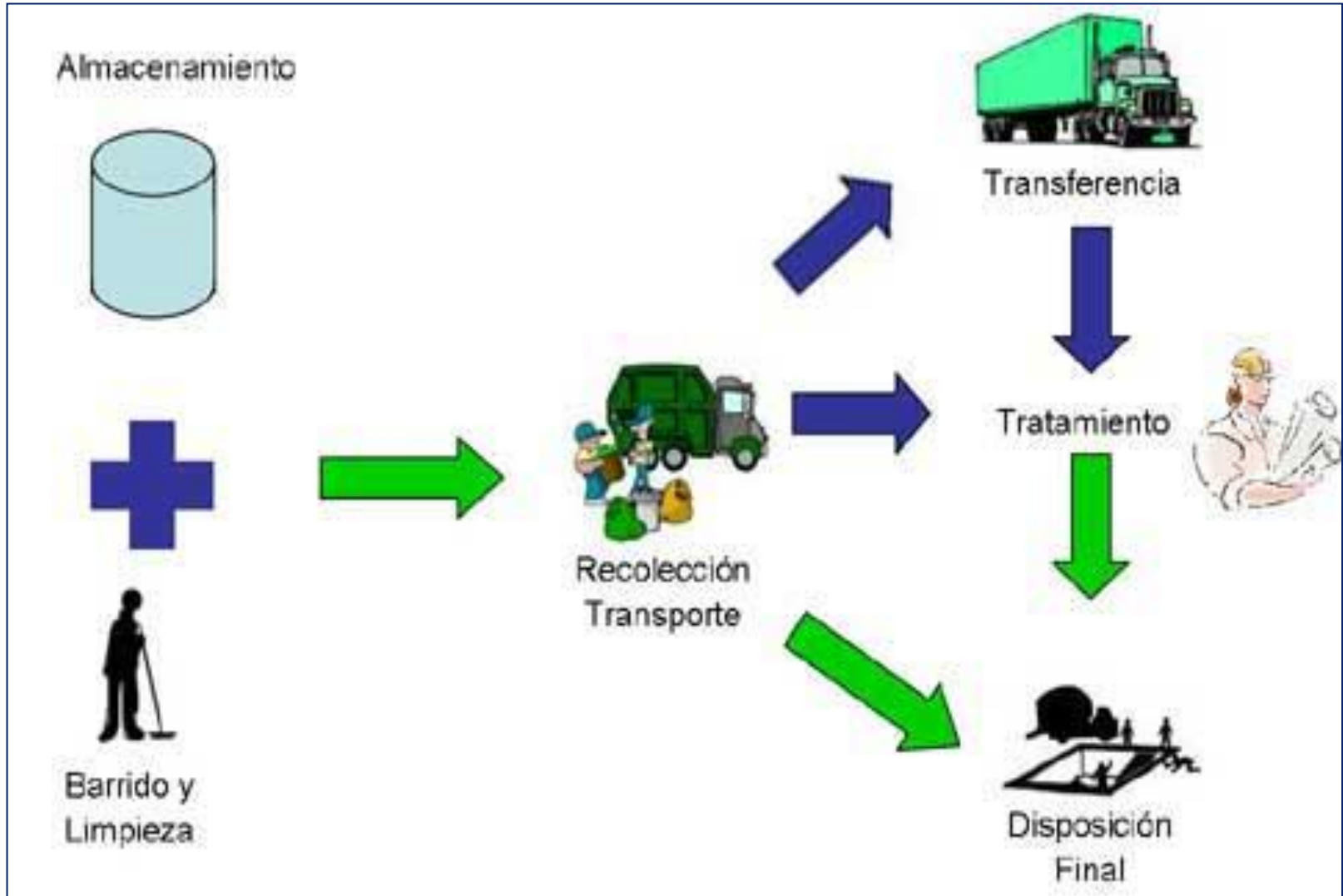


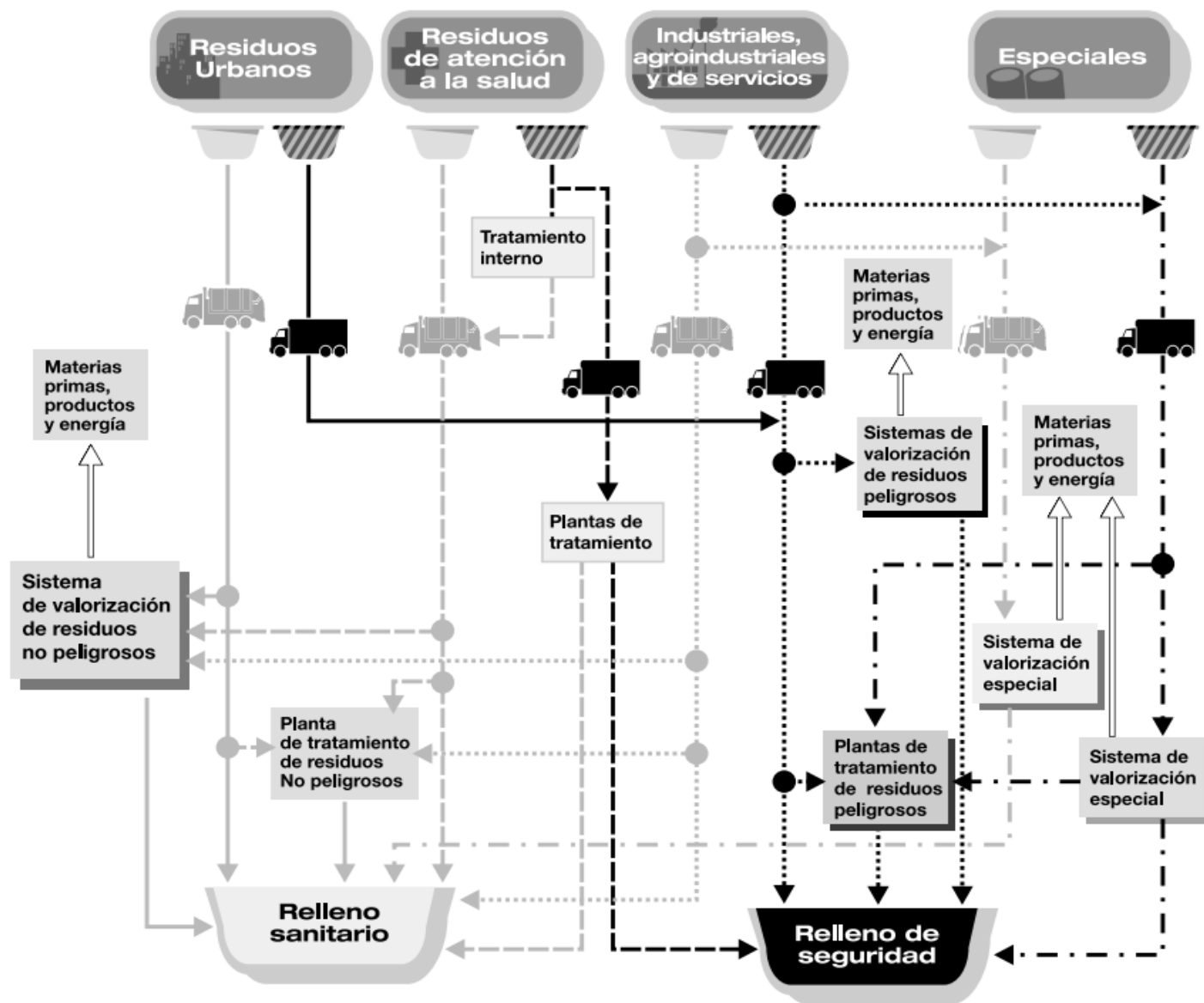
Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

GIRSU

Carolina Ramírez
crgarcia@fing.edu.uy

GENERACIÓN

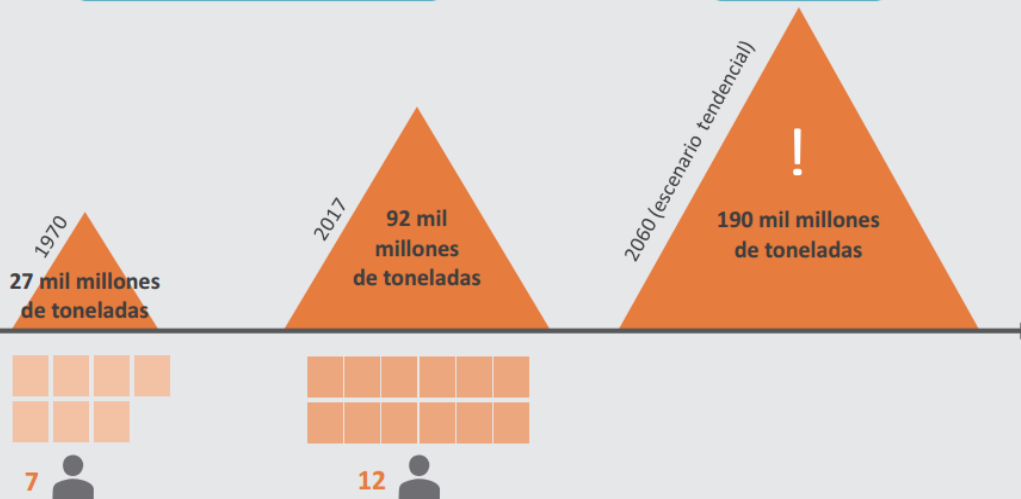




Extracción global de materiales (millones de toneladas / año)

Evolución y estado actual

Proyecciones



En 2017, la extracción y el procesamiento de los recursos naturales representaron:



> 90%

Pérdida de biodiversidad global



> 90%

Estrés hídrico global



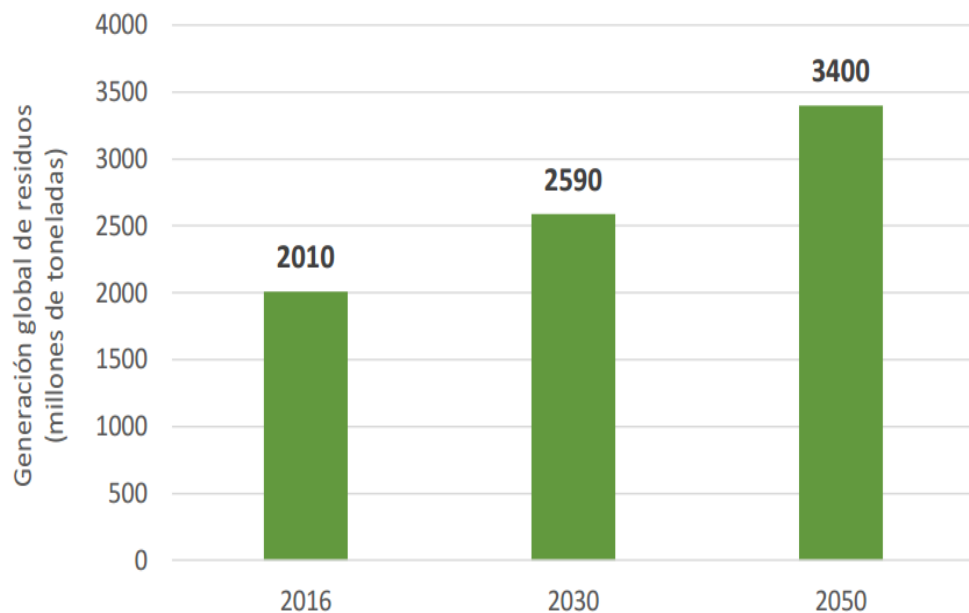
~50%

gases a efecto invernadero (GEI) globales

PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

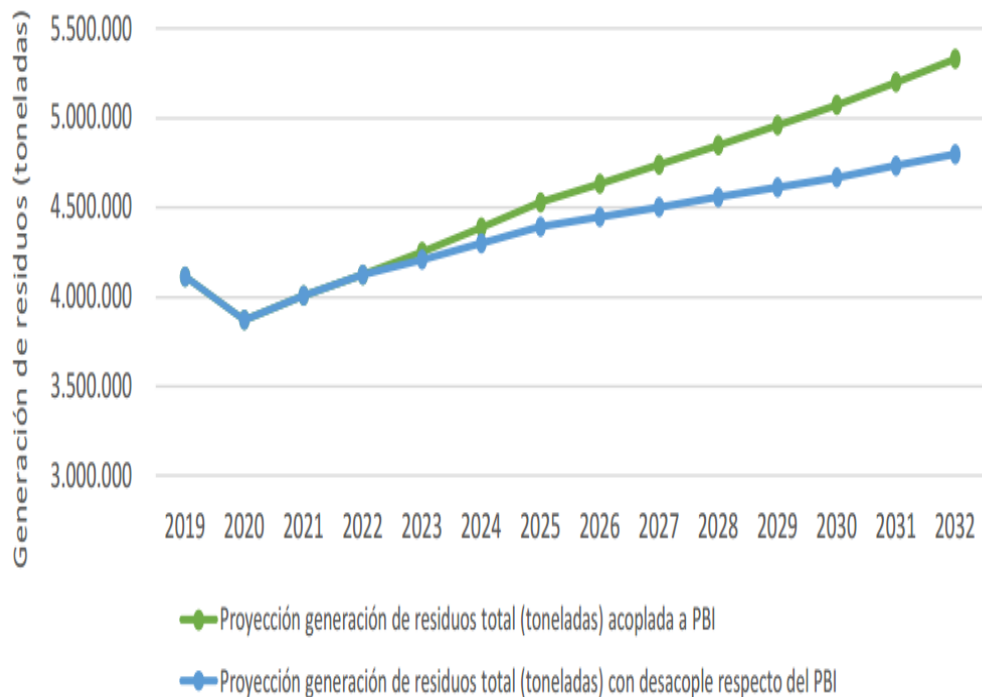
Zonas	Generación per cápita (Kg/hab.d)
Metropolitanas	1,5 a 2,5
Agro-industrial	1 a 1,5
Agrícola	0,8 a 1

Fuente: Extraído de Sacerdote, (2023).



Fuente: Banco Mundial, 2018.

- **Crecimiento exponencial del volumen de RSU**
- **Aumento progresivo de la población y su concentración en determinadas áreas.**
- **Crecimiento progresivo de la generación per cápita de RSU.**
- **Escasos programas educativos a la comunidad sobre la temática.**



Ministerio de Ambiente, (2021)

- ✓ La preservación y la mejora del capital natural mediante el control de las reservas finitas de recursos no renovables y el equilibrio de los flujos de recursos renovables.
- ✓ La optimización de los rendimientos de los recursos mediante la circulación de productos, componentes y materiales con su utilidad máxima en todo momento, tanto en ciclos tecnológicos como biológicos.
- ✓ La promoción de la eficiencia de los sistemas, al detectar y eliminar del diseño los factores externos negativos.

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La composición se refiere a la cantidad relativa de los distintos componentes individuales que forman los RSU.

Se expresa habitualmente como porcentaje en peso:

$$\% \text{ Peso} = \frac{\text{Peso del componente contenido en la muestra}}{\text{Peso total de la muestra}}$$

FACTORES QUE AFECTAN LA COMPOSICIÓN DE LOS RSU

- *Poder adquisitivo de la población*
- *Condiciones climáticas*
- *Hábitos de consumo de la población*
- *Nivel de actividad de la economía*

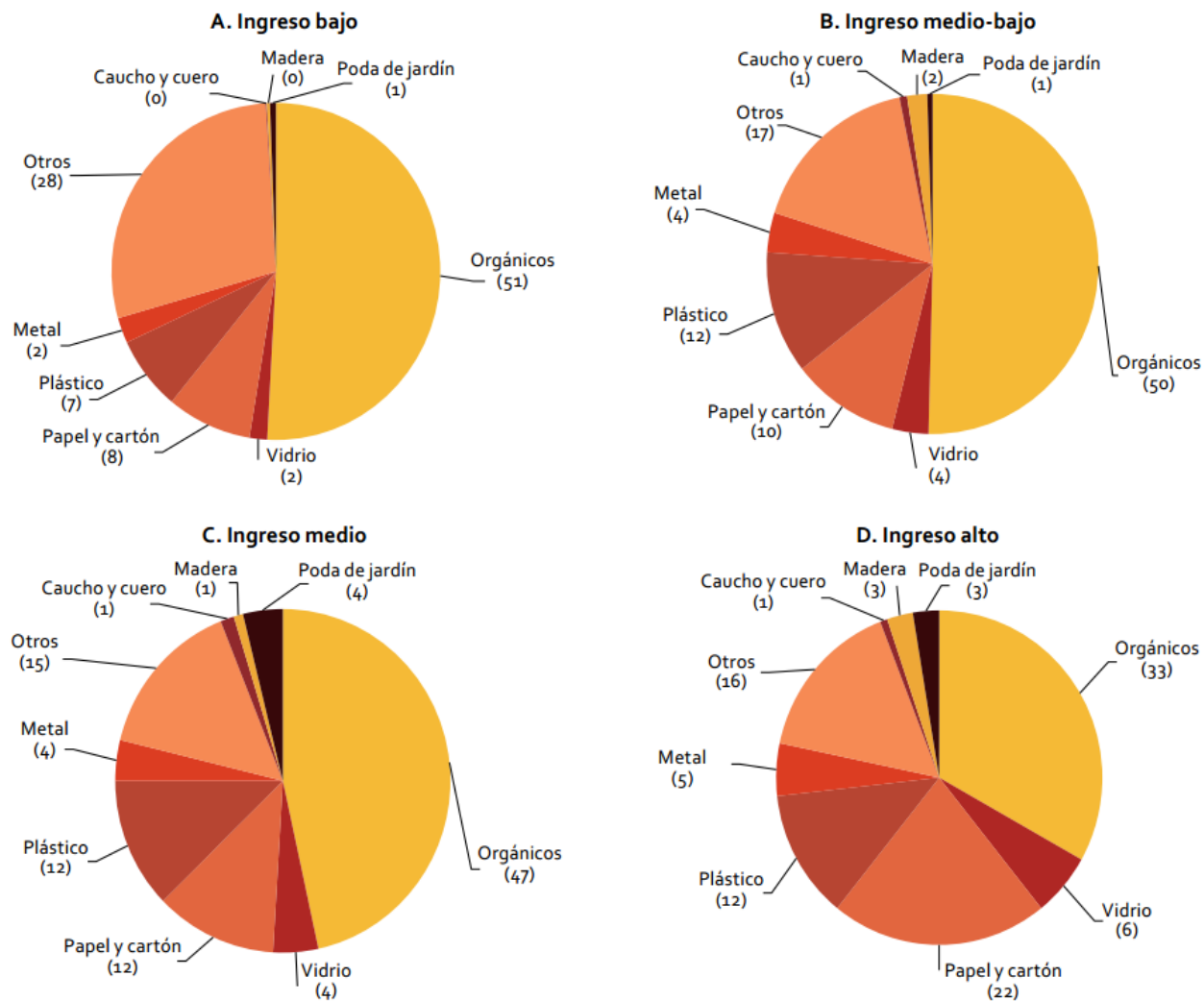


Distribución típica de componentes en los RSU domésticos para países de bajos, medianos y altos ingresos (1990):

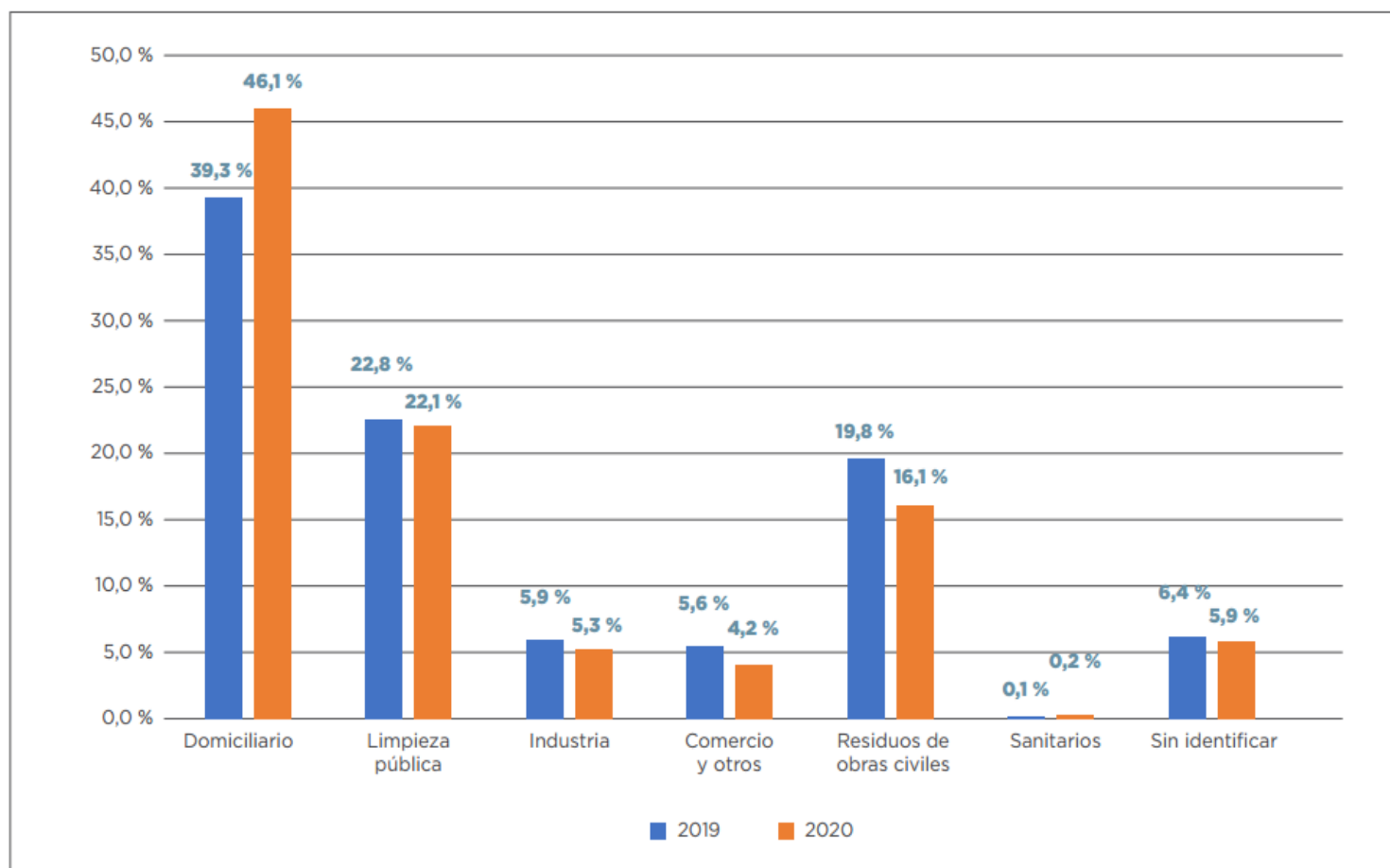
Componente	Países de bajos ingresos	Países de medianos ingresos	Países de altos ingresos ^c
Orgánicos			
Residuos de comida	40-85 ^d	20-65	6-30
Papel			
Cartón	1-10	8-30	20-45
Plásticos	1-5	2-6	5-15
Textiles	1-5	2-10	2-8
Goma			
Cuero	1-5	1-4	0-2
Residuos de jardín			
Madera	1-5	1-10	10-20
Orgánicos misceláneos	—	—	1-4
Inorgánicos			
Vidrio	1-10	1-10	4-12
Latas de hojalata	—	—	2-8
Aluminio	1-5	1-5	0-1
Otros metales	—	—	1-4
Suciedad, cenizas, etc.	1-40	1-30	0-10

Composición de los residuos municipales generados en el mundo por nivel de ingreso de los países, alrededor de 2016^a

(En porcentajes del total de residuos generados)



Composición según corriente de residuos del 13 de marzo al 31 de mayo, 2019-20



Acondicionamiento en origen

- La **clasificación domiciliaria** de desechos facilita su posterior reuso, recuperación o reciclaje.
- Posibilidad de establecer circuitos limpios de:
 - Plásticos
 - Papel
 - Vidrio
 - Metales



Acondicionamiento en origen

- Vertido en recipiente único
- Vertido en dos recipientes separados: residuos secos y residuos húmedos



- Vertido en más de dos recipientes separados: un tipo de residuos secos en cada recipiente (papel, plástico vidrio, metal) y los residuos húmedos en otro

Residuos mezclados (P)

Materiales reciclables (S)

 Plásticos (T)

 Papel y cartón (T)

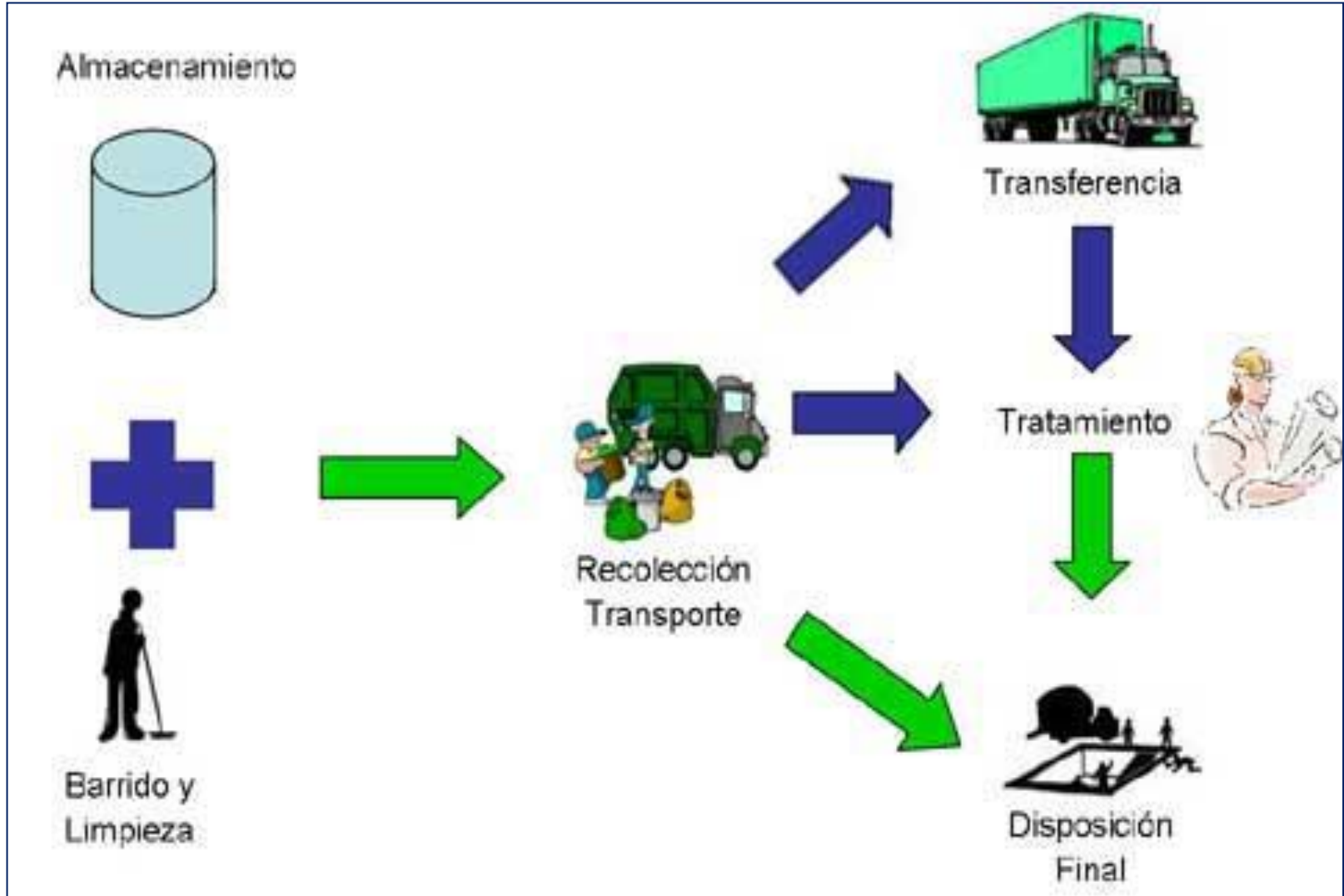
 Metales (T)

 Vidrios (T)

Residuos compostables (S)

Esquema 1. Extraído de norma UNIT ISO 1239 - "Identificación y clasificación de residuos"

GENERACIÓN



Recolección

- *Recolección domiciliaria*
- *Recolección de residuos en lugares públicos*
- *Recolección especial*
- *Recolección selectiva*
- *Recolección de residuos especiales*

Recolección

Recolección formal:

- Recolección en la acera
- Circuito puerta a puerta, contenedores.
 - Vehículos sin compactación
 - Vehículos con compactación
 - Vehículos para descargar contenedores



Recolección

Recolección formal:

- Circuito puerta a puerta, contenedores.
- Salvo excepciones, no se hace recolección selectiva.

Recolección no formal:

- Trabajo in situ para seleccionar materiales.
- Transporte con capacidad acotada.

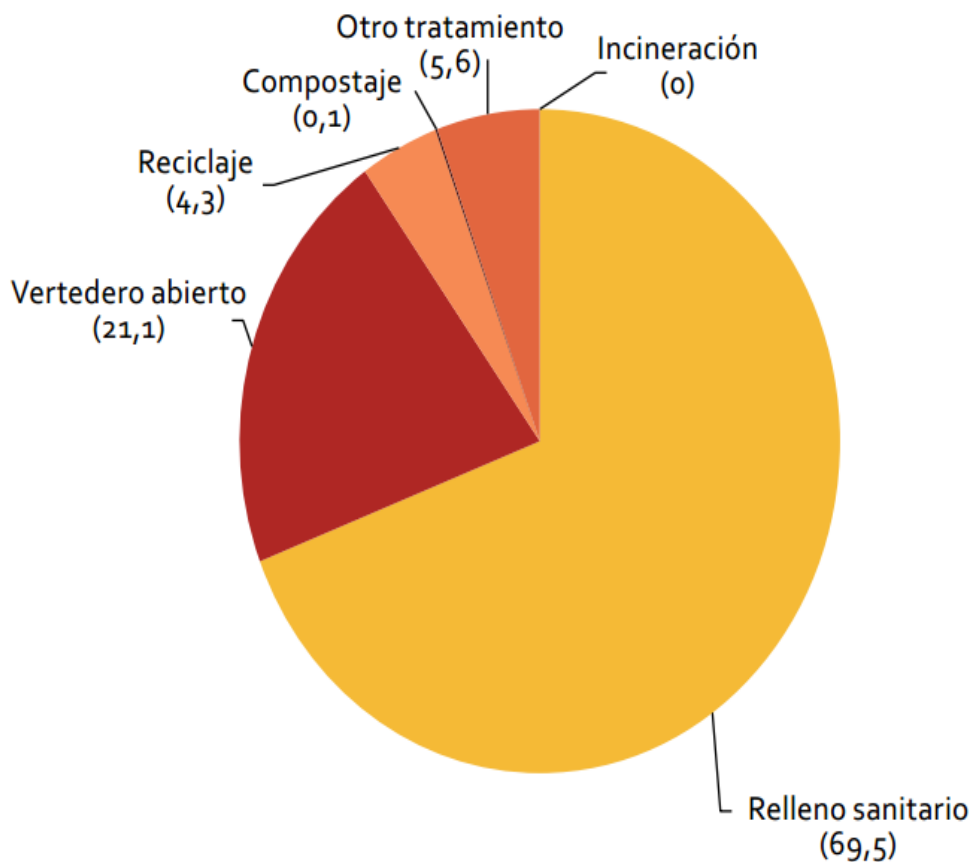
Tratamientos de valorización previos a la disposición final

- Si bien la disposición final de los residuos sólidos se realiza en terreno, pueden efectuarse diferentes tratamientos que **apuntan a la recuperación de algún tipo de valor** (energético, material, etc.) antes de colocarlos en su destino último.
- Estos tratamientos pueden tener fines diversos, pero confluyen en un beneficio común: **reducir la cantidad de material** que efectivamente debe disponerse en el terreno.
- Algunas alternativas de tratamiento que tienden a aprovechar al máximo ciertas propiedades de los RSU y a minimizar el descarte final son el **compostaje aerobio, la incineración y el reciclaje**.

Tratamientos de valorización previos a la disposición final

América Latina y el Caribe (28 países): tratamiento dado al total de residuos recolectados, alrededor de 2016^a

(En porcentajes del total de residuos recolectados)



Procesamiento primario de RS

- Reducción de tamaño:
 - Trituradoras (Para su posterior compostaje o incineración, o reciclaje en el caso del plástico).
- Reducción de volumen:
 - Compactadoras.
 - Enfardadoras.
- Separación:
 - Separación magnética.
 - Separación manual.



Reciclaje

Los RSU son esencialmente una mezcla de distintos materiales, algunos de los cuales pueden ser aprovechados mediante:

- [el reuso o reutilización](#) (rescate del material en su forma original para volverlo a usar con el mismo fin)
- [la recuperación](#) (rescate del material en su forma original para volverlo a usar en otras aplicaciones)
- [el reciclaje](#) (reincorporación al ciclo productivo como materia prima para la fabricación de nuevos bienes).



Reciclaje

El reciclaje incluye:

- La separación y clasificación de los componentes reciclables
- Procesamiento intermedio
- Procesamiento final

Resumiendo:

- ***Reciclaje:***

- Ventajas:

- reducción de la necesidad de materias primas y energía
 - aumento de la vida útil de los sitios de disposición final
 - generación de puestos de trabajo

- Desventajas:

- costos de recolección y separación
 - falsa concepción de gran rentabilidad

Compostaje

El compostaje aerobio es un proceso en el cual organismos aerobios facultativos, en general termofílicos, descomponen la materia orgánica (con consumo de oxígeno) y dan como producto un mejorador de suelos.



Artesanal



Planta de compostaje

Compostaje

Objetivos:

- estabilizar el material orgánico biodegradable transformándolo a material biológicamente estable
- reducir el volumen original de los residuos
- destruir agentes patógenos
- retener el máximo contenido nutricional de los RSU de modo de obtener un producto que aplicado al suelo mejore sus condiciones para el uso agrícola.



Resumiendo:

- ***Compostaje:***

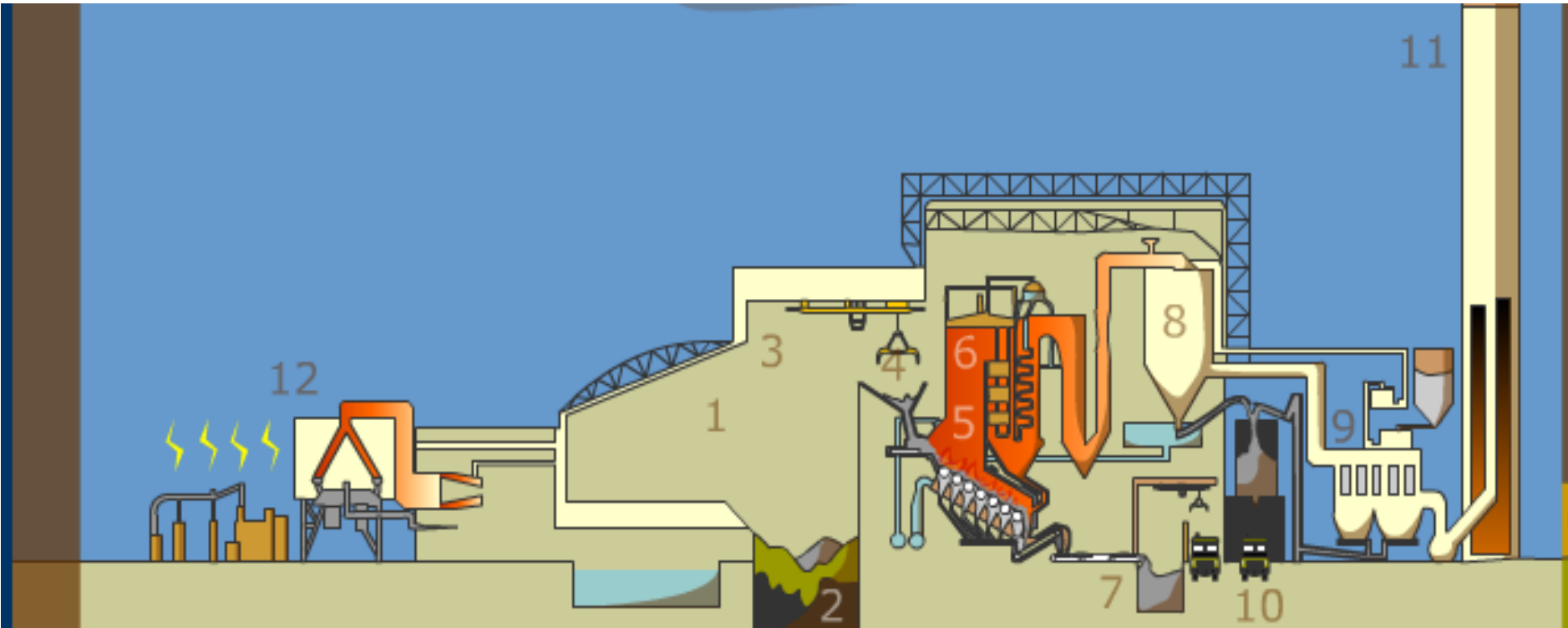
- Ventajas:

- Obtención de un mejorador de suelos

- Desventajas:

- necesidad de una buena clasificación previa
 - dificultades para la colocación del producto final
 - necesidad de un espacio amplio con controles permanentes.

Tratamiento: Incineración



1 Llega la basura

2 Foso de residuos

3 Puentes grúa

4 Tolvas de alimentación

5 Parrilla de incineración

6 Horno

7 Cenizas de fondo

8 Tratamiento de gases

9 Filtros

10 Cenizas volantes

11 Chimenea

12 Turbinas

Resumiendo:

- ***Incineración:***

- Ventajas:

- reducción importante del peso y volumen de los residuos
 - posibilidad de recuperación de energía
 - Destrucción de patógenos y algunos tóxicos

- Desventajas:

- alto costo inicial y de mantenimiento
 - necesidad de personal calificado para la operación
 - posibilidad de emisión de sustancias tóxicas a la atmósfera si no se mantienen controles adecuados durante la operación.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS



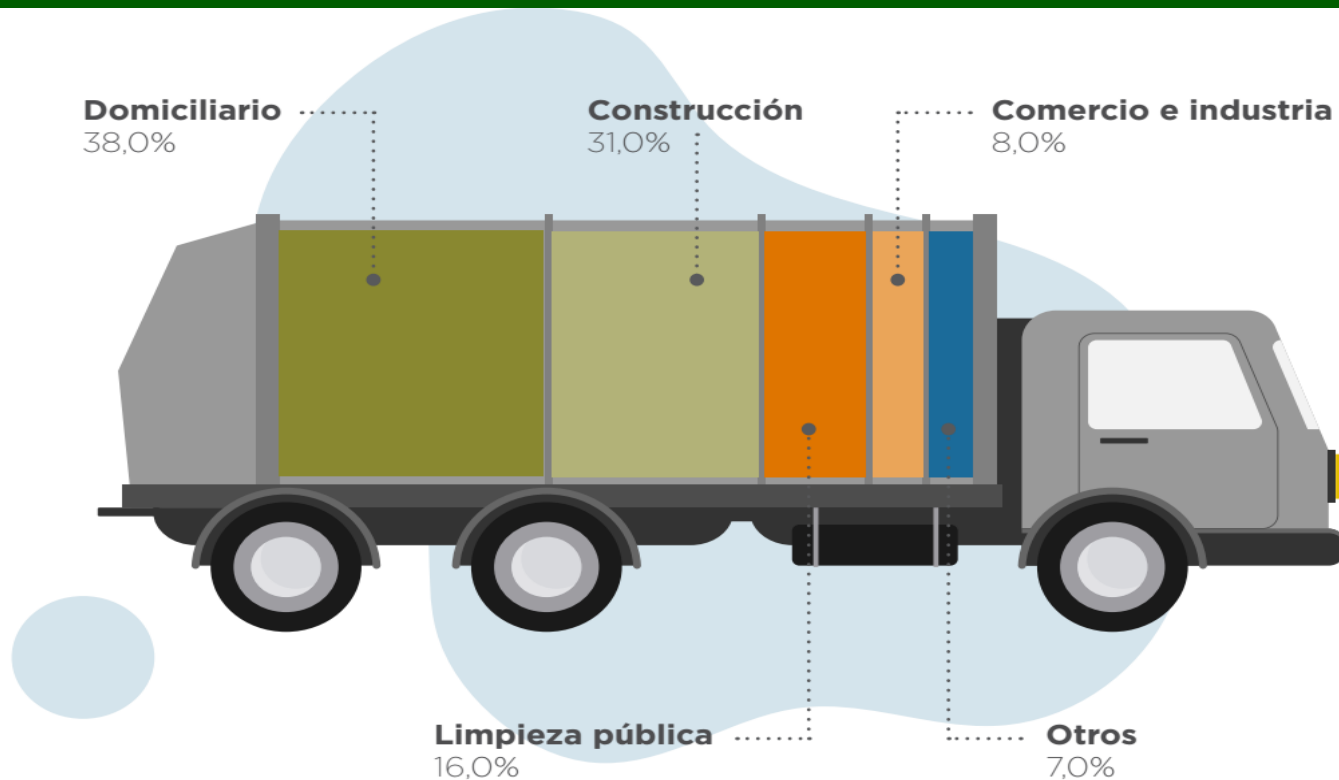
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

- Vertedero no controlado.
- Vertedero con algún grado de control.
- Relleno sanitario



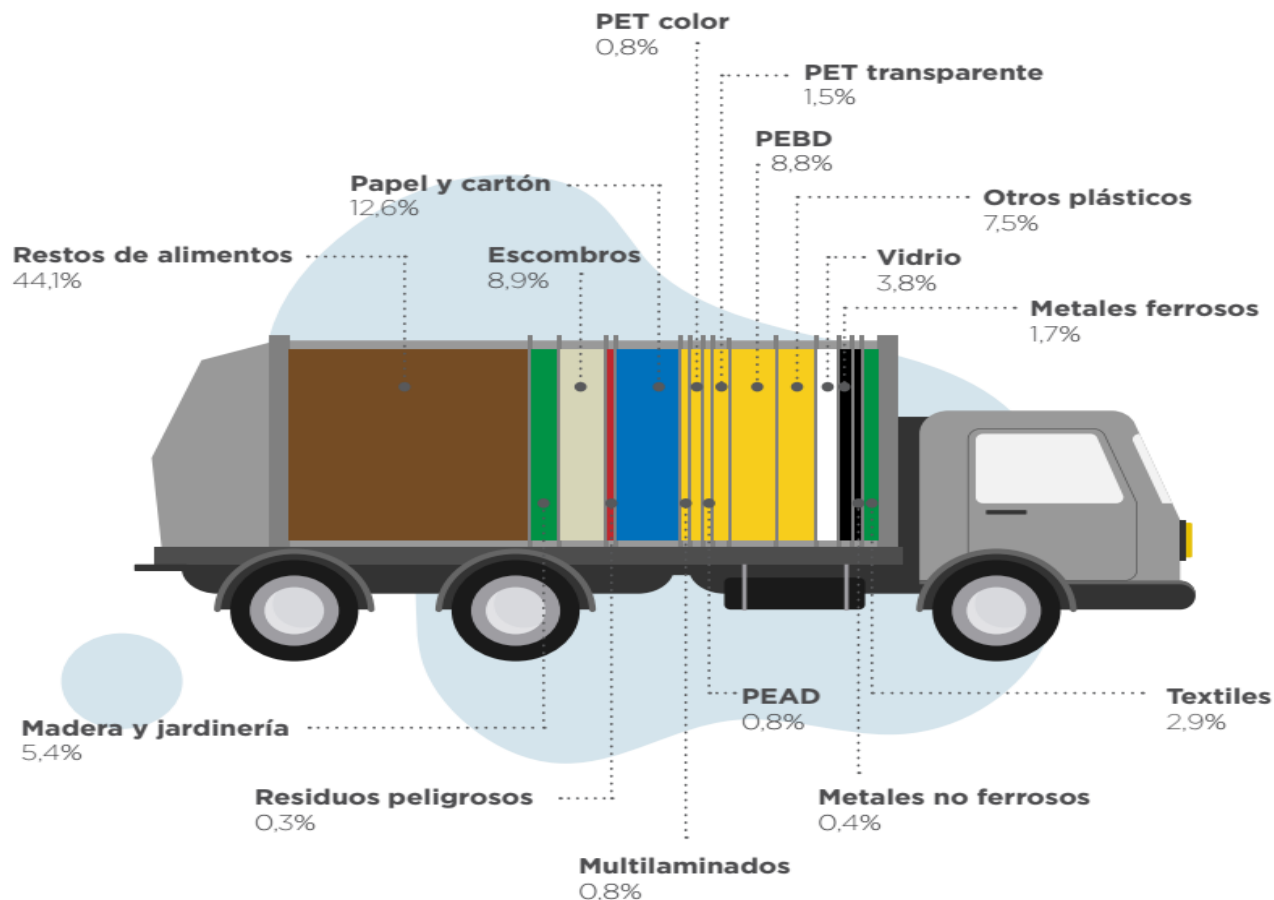
Vertederos a cielo abierto en América Latina y el Caribe: cifras clave



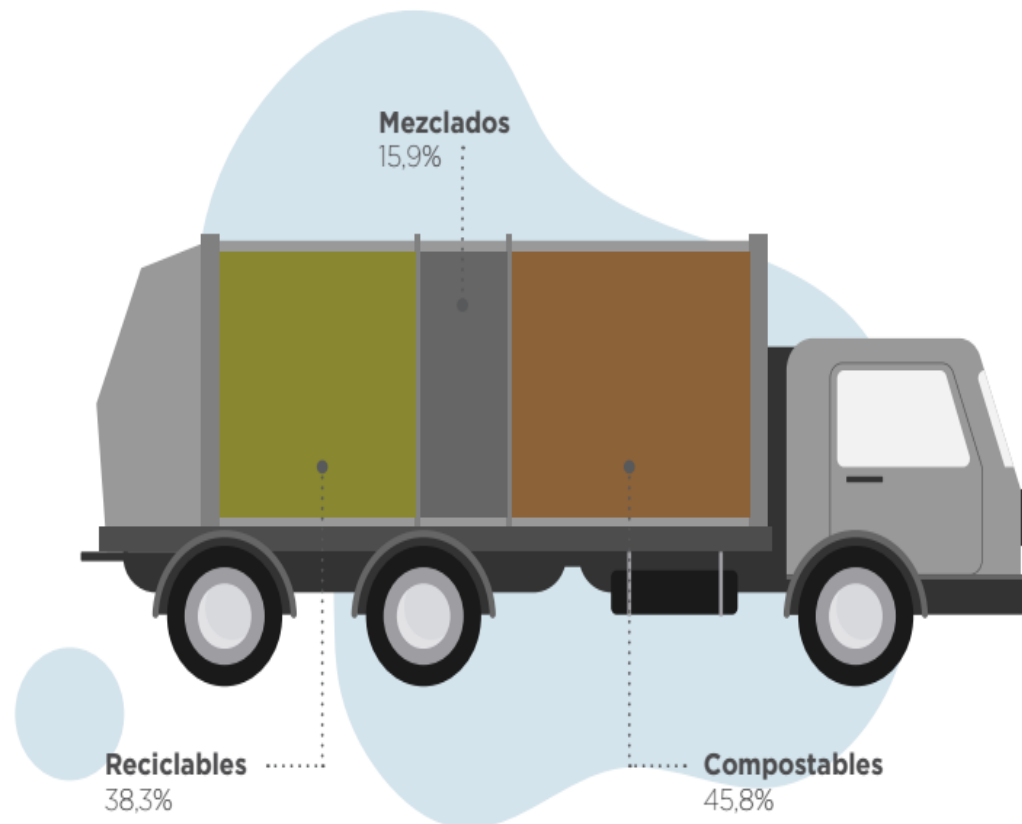


Fuente: Colturato et al. (2019).

- 1.319.108 habitantes en Montevideo (INE, 2011).
- 895.000 Ton de Residuos ingresaron al Felipe Cardozo en 2018.
- 1.300 toneladas diarias de residuos de origen domiciliario y de limpieza pública.
- La tasa de disposición en relleno sanitario resultante es de 0,70 kg/persona-día y 0,29 kg/persona-día



Composición de residuos de origen domiciliario dispuestos en el relleno sanitario Felipe Cardoso, por peso, 2015 (en porcentaje)

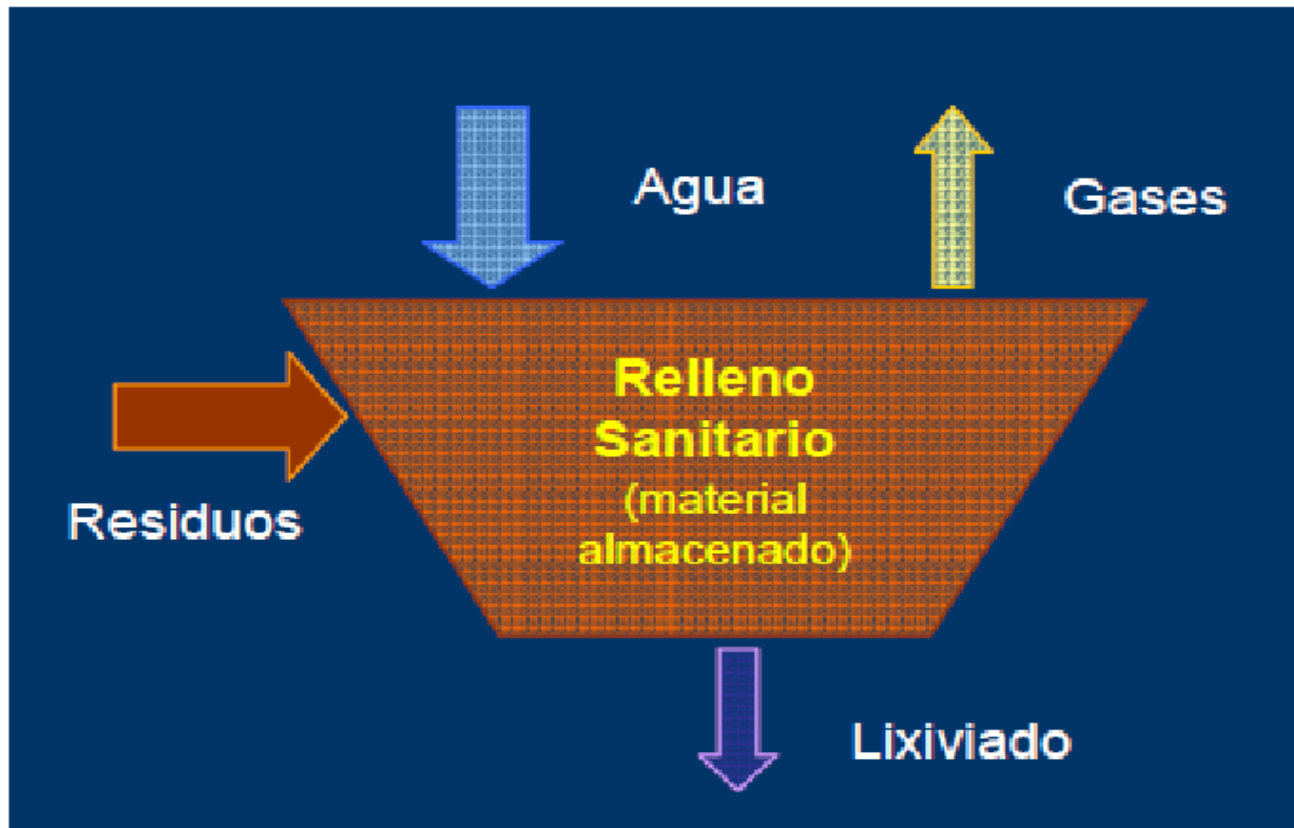


DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS



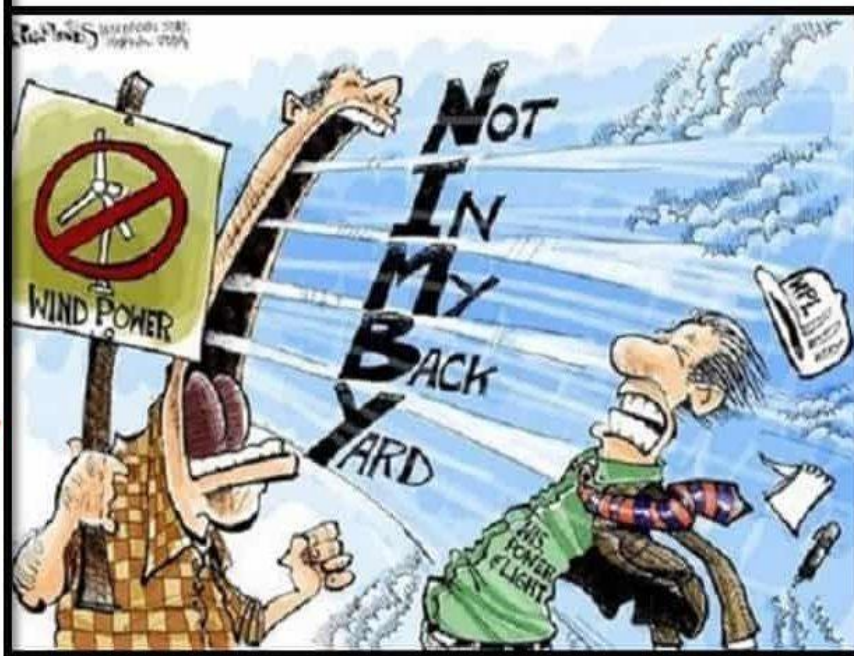
**Relleno
Sanitario**

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS en Rellenos Sanitarios



DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Pese a que hoy día sólo se diseñan rellenos sanitarios y no vertederos –controlados o no-, todavía tiene un peso muy grande el “fenómeno NIMBY”:



NIMBY

El fenómeno NIMBY amerita un análisis cuidadoso desde el punto de vista de los derechos y responsabilidades inherentes a los diferentes roles que los ciudadanos tienen, desde tengan en la sociedad.

*Los derechos individuales,
¿terminan cuando comienzan a primar los de la
comunidad?*

**Not In My
Backyard!**

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Elementos necesarios para que un sitio de disposición final de residuos sólidos sea un relleno sanitario:

- Preparación del terreno para lograr un fondo impermeable.
- Sistema de drenaje y tratamiento de lixiviados.
- Cobertura diaria.
- Sistema de recolección y venteo de gases.
- Monitoreo de variables ambientales.

Bibliografía

BID. (2018). De residuos a recursos: articulando lo ambiental, lo social y lo económico

CEMPRE – Uruguay. (1998). Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

CENTRO COORDINADOR DEL CONVENIO DE BASILEA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, (2005).
Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos.

Ministerio de Ambiente (2021). Uruguay + Circular: Plan Nacional de Gestión de Residuos
2022 - 2032

ONU (2018). Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe.
Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-lagestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>

BID. (2021). De residuos a recursos: articulando lo ambiental, lo social y lo económico— (Nota
técnica del BID; 2287).

Sacerdote, M. (2023). Centro Ambiental Relleno Sanitarios para Municipios menores a 100.000
habitantes – (Curso AIDIS Argentina)

Tchobanoglous, Thiesen & Vigil. (2002). Handbook of Solid Waste Management – Second
Edition.