

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

GECA

Carolina Ramírez
crgarcia@fing.edu.uy

¿QUÉ ES LA GIRSU?



• CONSUMO COTIDIANO

• RECOLECCIÓN

• PLANTAS DE RECUPERACIÓN

• DISPOSICIÓN FINAL

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



Opción **MÁS** favorable ambientalmente

Minimización en origen



Reutilización



Reciclado



Valorización energética y otras formas de valorización



Disposición final



Opción **MENOS** favorable ambientalmente

- En 1983 se elabora el **Informe Brundtland – Nuestro Futuro Común**, dando forma al concepto de:

DESARROLLO SOSTENIBLE - “El desarrollo que alcanza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de alcanzar sus propias necesidades”.

- En 1988 la US-EPA introduce el concepto de:

“**MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS**”, cuyo objetivo es la reducción del volumen y peligrosidad de los residuos, dando lugar al concepto aún más amplio de:

“**PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**”, en el cual se integran todos los aspectos vinculados a la producción desde el enfoque de prevención.

- Simultáneamente el PNUD lanza el Programa de:

“**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**”, el cual se centra en la optimización del proceso de producción y el producto, de forma de utilizar en forma más eficiente los recursos y lograr la reducción de la generación de residuos.

Evitar, Reducir y Minimizar la Generación

→ La década del 90 –

- En 1992 en el marco de la **Cumbre de la Tierra**, el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, lanzó la estrategia de gestión:

“ECO-EFICIENCIA”: elemento que vincula el desempeño económico y ambiental como forma de crear más valor con menos impacto ambiental.

MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS



Reducción en la fuente

→ Cambios de productos

- Sustitución del producto
- Cambios de composición
- Cambios de tipos de envases
- Extensión de la vida útil

→ Buenas prácticas de operación

- Buen manejo de materias primas
- Adecuado control de stock de materias primas y productos (materiales perecederos)
- Entrenamiento de personal y programas de incentivos
- Prevención de derrames
- Segregación de residuos
- Traslado de costos vinculados a los residuos al sector generador
- Organización de la producción

Reducción en la fuente

→ Cambios de tecnología

- Cambios del proceso tecnológico
- Cambios del equipamiento.
- Uso de automatización
- Cambios en las condiciones del proceso (flujo, temperatura, presión).

→ Cambios de materias primas

- Materias primas o insumos menos agresivos al ambiente
- Materiales más puros
- Utilización de recursos renovables
- Utilización de materias primas reciclables o recicladas

Reciclaje

→ Uso y Reuso

- Volver a usar el residuo en el proceso que lo origina
- Usar el residuo en otro proceso en la empresa o fuera de ella.

→ Recuperación

- Rescate de material o productos valiosos en la empresa o fuera de ella.

→ Reciclaje

- Es el resultado de una serie de actividades mediante las cuales materiales que pasarían a ser residuos, o que ya son residuos, son desviados, siendo separados, recolectados y procesados para ser usados como materia prima en la manufactura de artículos que anteriormente se elaboraban sólo con materia prima virgen.

Reciclaje

El reciclaje incluye:

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

Ventajas:

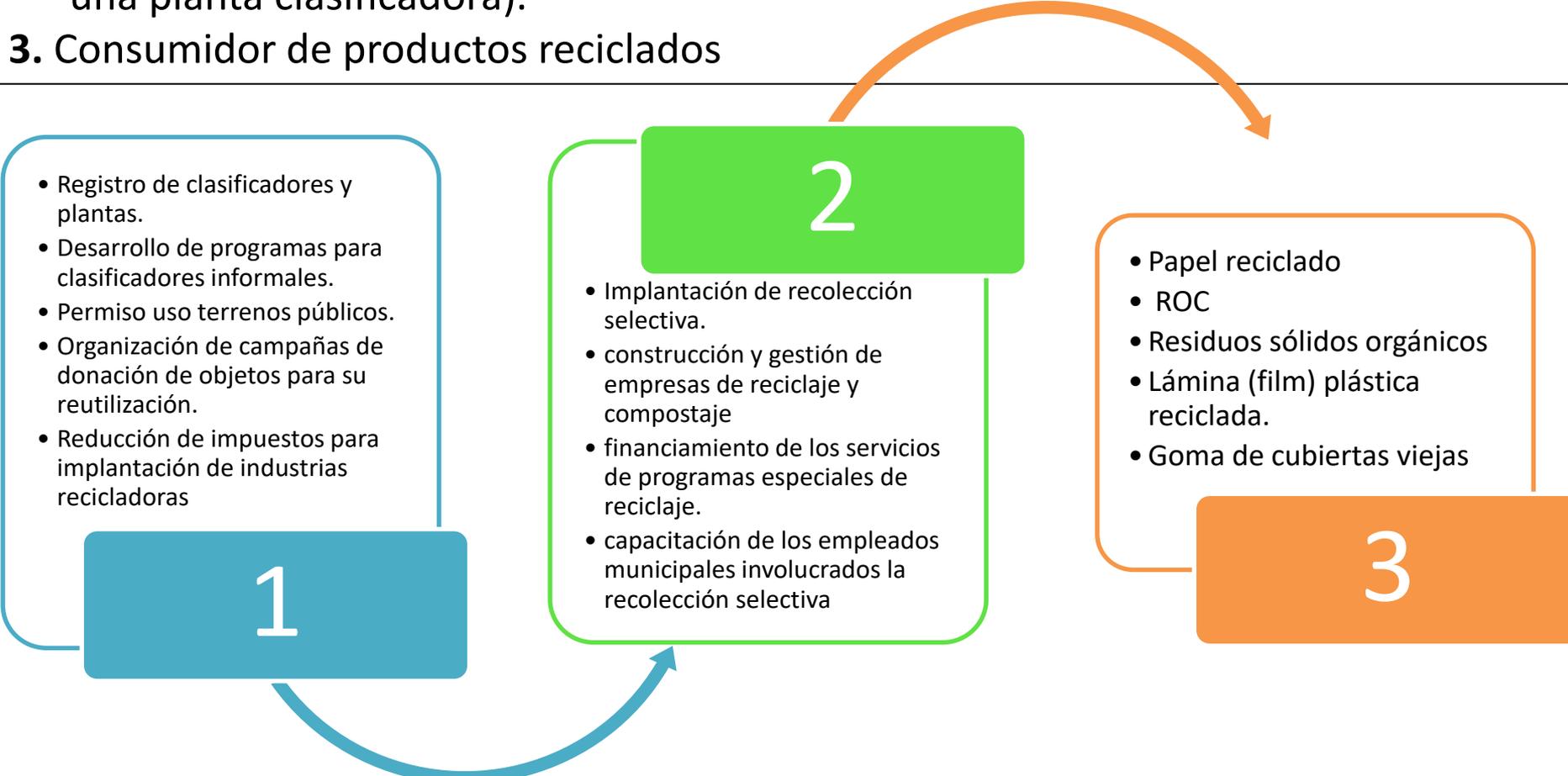
Reducción de la necesidad de materias primas y energía
Aumento de la vida útil de los sitios de disposición final
Generación de puestos de trabajo

Desventajas:

Costos de recolección y separación
Falsa concepción de gran rentabilidad

Formas de actuación:

1. Incentivador de acciones para el reciclaje.
2. Implementador de acciones para el reciclaje (a través de la recolección selectiva o una planta clasificadora).
3. Consumidor de productos reciclados

- 
- Registro de clasificadores y plantas.
 - Desarrollo de programas para clasificadores informales.
 - Permiso uso terrenos públicos.
 - Organización de campañas de donación de objetos para su reutilización.
 - Reducción de impuestos para implantación de industrias recicladoras

1

- Implantación de recolección selectiva.
- construcción y gestión de empresas de reciclaje y compostaje
- financiamiento de los servicios de programas especiales de reciclaje.
- capacitación de los empleados municipales involucrados la recolección selectiva

2

- Papel reciclado
- ROC
- Residuos sólidos orgánicos
- Lámina (film) plástica reciclada.
- Goma de cubiertas viejas

3

Acciones necesarias para la implantación de un programa de reciclaje:

1. Planificar todo el sistema;
2. Caracterización los residuos sólidos;

3. Estimar los costos;
4. Estudio de mercado;
5. Contactar depósitos, fabricantes;

6. Ayudar en la gestión técnica y administrativa;
7. Acompañar el retorno de los beneficios de la comunidad

Controles necesarios:

Para el monitoreo de la recolección y comercialización de productos reciclados son necesarios los siguientes controles:

Tonelaje total recolectado diariamente
Tonelaje de material almacenado

Tonelaje de material vendido
Tonelaje de material desechado

Total, de horas de trabajo de los camiones
Total, de kilómetros recorridos
Consumo de combustible

Procedimientos para la clasificación de RSU

1. Clasificación de los materiales en origen, con posterior recolección selectiva y envío a una planta de clasificación.

2. Clasificación de materiales en plantas de clasificación, después de la recolección normal y el transporte de los residuos sólidos.

RECOLECCIÓN SELECTIVA, debe estar basada en el trío:

1. **Tecnología**, para efectuar la recolección, clasificación y el reciclaje.
2. **Información**, para motivar al ciudadano.
3. **Mercado**, para que absorba el material recuperado.



Operación de Recolección Selectiva

Domiciliaria

- Realizada por un camión
- Semanal o periódicamente

PEVs

- Recipientes especiales, cajones o contenedores de diferentes formas y colores.
- Puntos estratégicos donde la población lleva los materiales previamente separados

RECOLECCIÓN SELECTIVA - Tasa de desviación de residuos sólidos

$$\frac{\text{toneladas/mes de recolección selectiva}}{\text{t/mes de recolección selectiva} + \text{t/mes de recolección regular}} \times 100 = \% \text{ de materiales desviados del relleno}$$

Reducción de costos de la recolección selectiva

Prioridad a la divulgación

Organizar a los clasificadores

Promover iniciativas espontáneas

Usar la tecnología y más apropiada

Condiciones Recolección Selectiva



Analizar su planificación y la no interferencia con la recolección habitual.



Disponer de comercialización asegurada de productos recuperados, lugares adecuados para el almacenamiento, preparación, embalaje y transporte.



Acometerla solo es económicamente viable para poder mantenerla ininterrumpidamente y con calidad y medios adecuados



Campaña de información publicitaria sobre los objetivos y fines que se persiguen en el área de implementación.



Proporcionar al ciudadano, los medios necesarios y facilitar la labor.

CLASIFICACIÓN EN PLANTAS, Consiste en la clasificación de los componentes de los

res
pla

en nor
ps.

ps o a

Ventajas

Desventajas

No exigen alteración del sistema tradicional de recolección.

Necesidad de técnicos capacitados para operar la planta

posibilita el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos Sólidos, a través de su compostaje.

Inversión inicial en equipos que van a constituir la planta

Reducción de volumen de RSU a SDF

La calidad de los materiales no es tan buena como los de la recolección selectiva.

Plantas de Clasificación- Tasa de desviación de residuos sólidos

Para calcular esta tasa de desvío, se debe considerar la cantidad de residuos sólidos llevada mensualmente al local para tratamiento. Los componentes de estos residuos sólidos tendrán uno de los siguientes destinos:

- 1. serán compostados;**
- 2. serán apartados como reciclables;**
- 3. serán llevados al relleno sanitario como desecho**

$$\frac{(1) + (2)}{\text{t/mes procesadas por la planta}} \times 100 = \% \text{ de material desviado del relleno}$$

Compostaje

Proceso en el cual organismos aerobios facultativos, en general termofílicos, descomponen la materia orgánica (con consumo de oxígeno) y dan como producto un humus estable.



Artesanal

Planta de compostaje

Compostaje industrial

El compostaje industrial de residuos orgánicos es un proceso aeróbico de descomposición biológica de la materia orgánica que se lleva a cabo en condiciones controladas. Este proceso consta de tres fases sucesivas: mesofílica, termofílica y, nuevamente, mesofílica. Durante el compostaje, se involucran procesos metabólicos complejos realizados por diversos microorganismos. El producto obtenido del compostaje está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada y microorganismos que han demostrado en muchos casos ser benéficos para la agricultura.

Vermicompostaje:

El vermicompostaje es la técnica que aprovecha la capacidad de las lombrices para transformar los residuos orgánicos en humus de lombriz o vermicompost.

Resolución N° 97/018 DGSA Requisitos para el registro y control para la comercialización de insumos formulados a partir de materia prima de origen orgánico para uso agrícola

Compostaje

Objetivos:

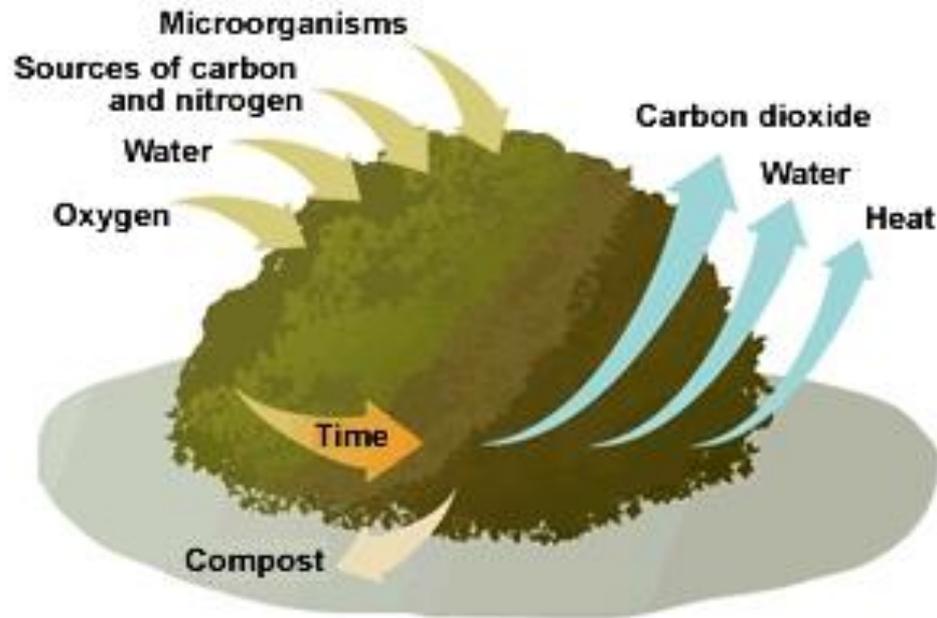
- Estabilizar el material orgánico biodegradable
- Reducir el volumen original de los residuos
- Destruir agentes patógenos
- Retener el máximo contenido nutricional de los RSU de modo de obtener un mejorador de suelos para uso agrícola



Compostaje

Destino final	Tecnologías existentes , operaciones y condiciones	Producto	Observaciones
Compostaje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vermicompostaje ✓ Pilas a cielo abierto (camellones) ✓ Pilas en recinto techado ✓ Suelo impermeabilizado ✓ Volteo manual, mecánico y por convección forzada de aire ✓ Secado en horno ✓ Tamizado ✓ Proceso de pelletizado o granulado ✓ Enriquecimiento (incorporación de aditivos, fertilizantes minerales, semilla, etc.) 	<p>Compost:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ a granel ✓ embolsado ✓ enriquecido ✓ granulado ✓ pelletizado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dentro de este destino no se tiene en cuenta el uso de residuos como mejorador de suelo. ✓ Aspectos críticos de la tecnología: impermeabilización de áreas de recepción y operación, tratamiento de lixiviados y gestión de olores. ✓ Condiciones óptimas de transporte y aplicación requieren presentación pelletizada. ✓ La solicitud presentada por parte del MA y el MGAP al MEF para la exoneración de IVA en la comercialización de compost fue aprobada según (Decreto N° 366/021, 2021)

¿Cómo ocurre?



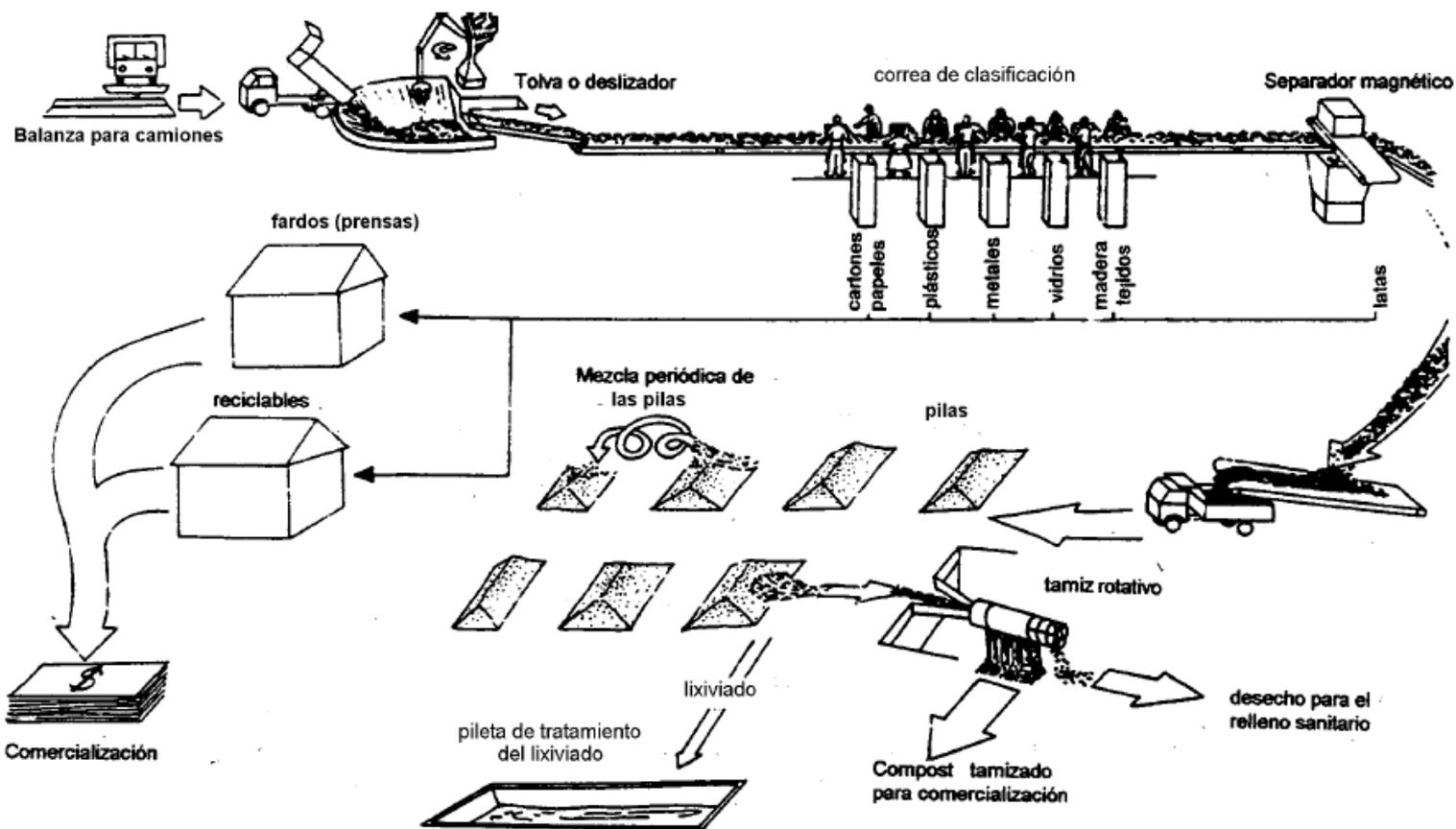
Compostaje

- Separación
- Trituración
- Conformación de pilas
- Manejo de pilas
- Maduración
- Producto final



Compostaje

Esquema de una Planta de Clasificación y Compostaje





compostaje



compostaje

Compostaje



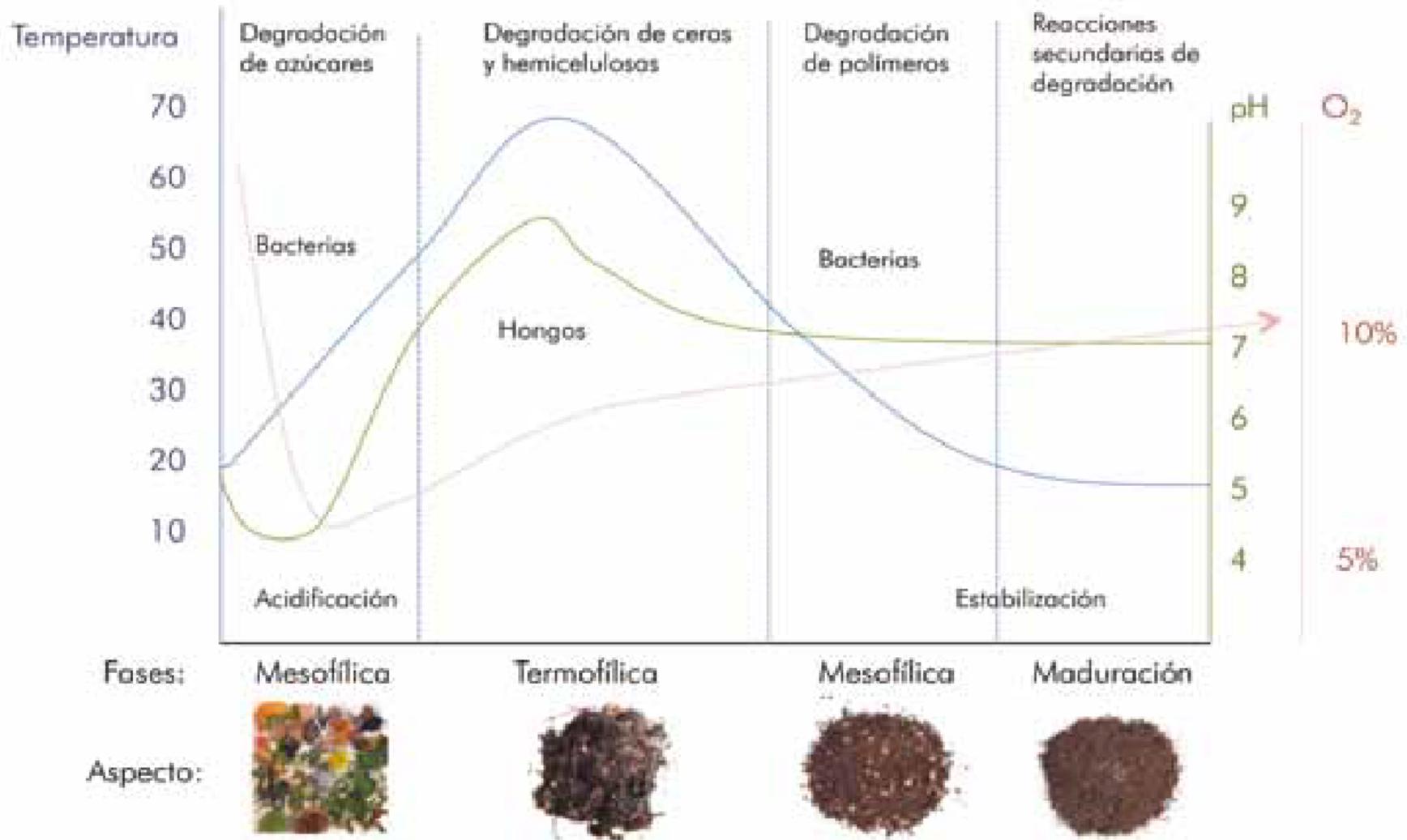
Compostaje



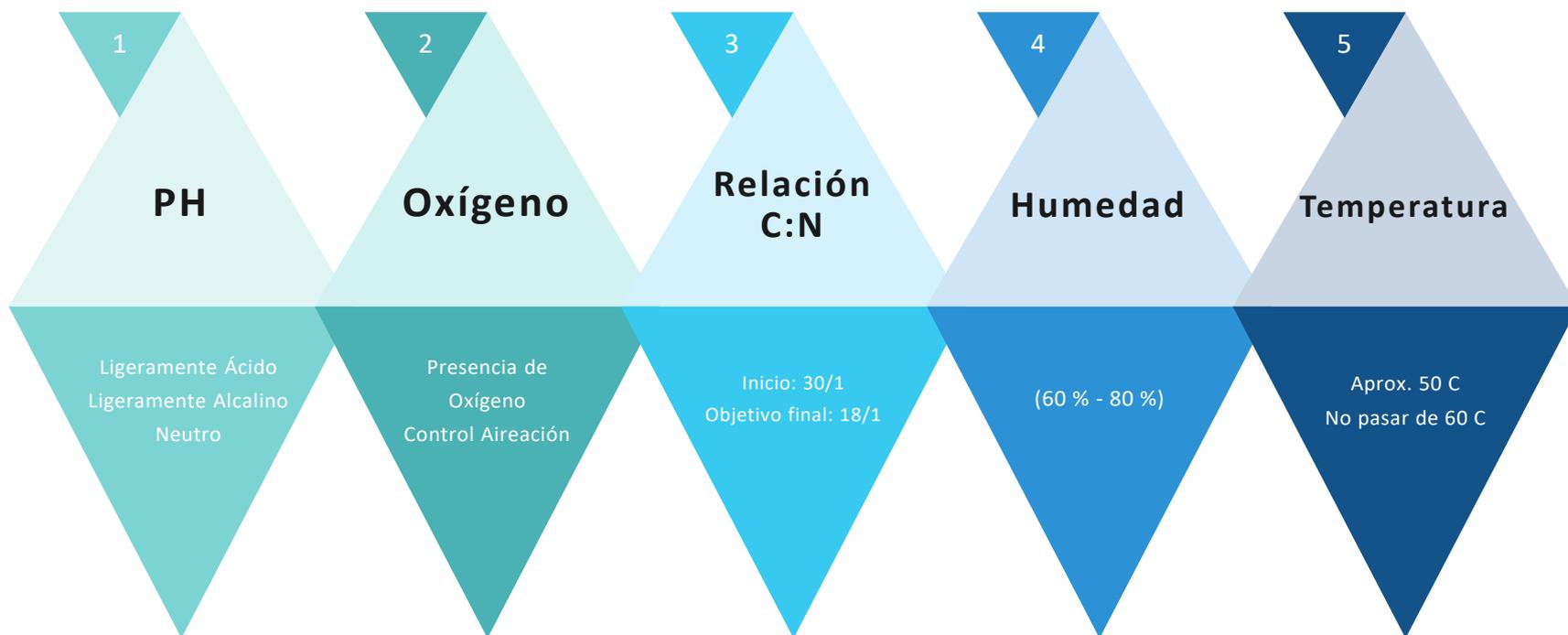
Compostaje



FASES DEL COMPOSTAJE

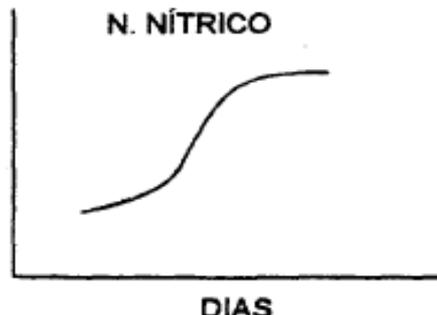
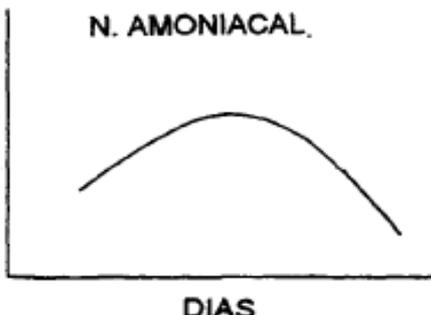
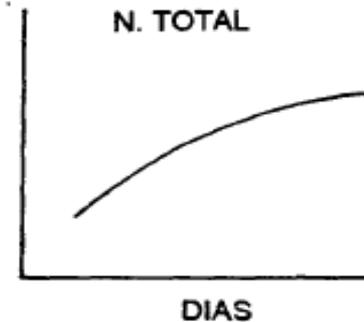
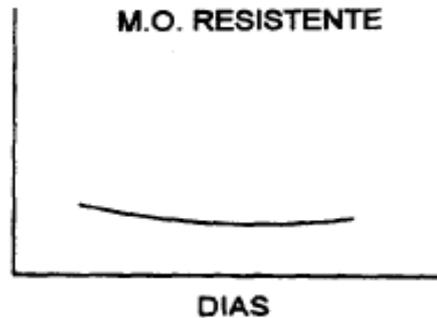
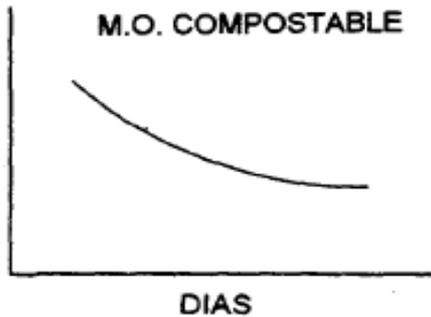
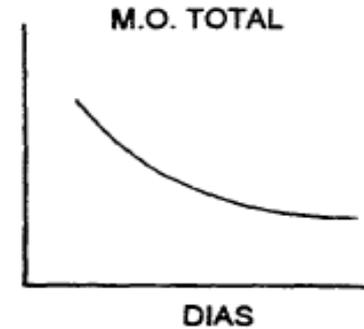
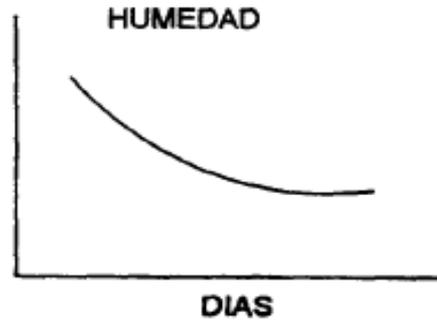
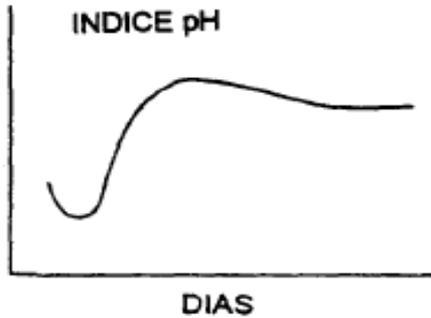


Compostaje



Principales parámetros de interés

Evolución de parámetros:



Compostaje

Beneficios del compost aplicado como mejorador de suelos:

- Mejora la labrabilidad
- Mejora la aireación de las raíces
- Aumenta la capacidad de retención de agua (capacidad de campo)
- Regula la permeabilidad y el drenaje natural de los suelos
- Aporta nutrientes
- Aumenta la solubilidad de minerales
- Aporta microorganismos útiles al suelo

Compost Vs Estiércol

- Mayor contenido de humedad
- Mayor cantidad de materia orgánica aprovechable
- Mayor contenido de nutrientes esenciales para el suelo (N,P,K).
- Mayor contenido de oligoelementos necesarios para el desarrollo de la vida vegetal (Fe, Mg, Mn, Co).



Compostaje

Variantes / aplicaciones:

- Compostaje aerobio
- ~~• Compostaje anaerobio~~
- Vermicompostaje
- Producción de material de cobertura para sitios de disposición final de RS

Compostaje

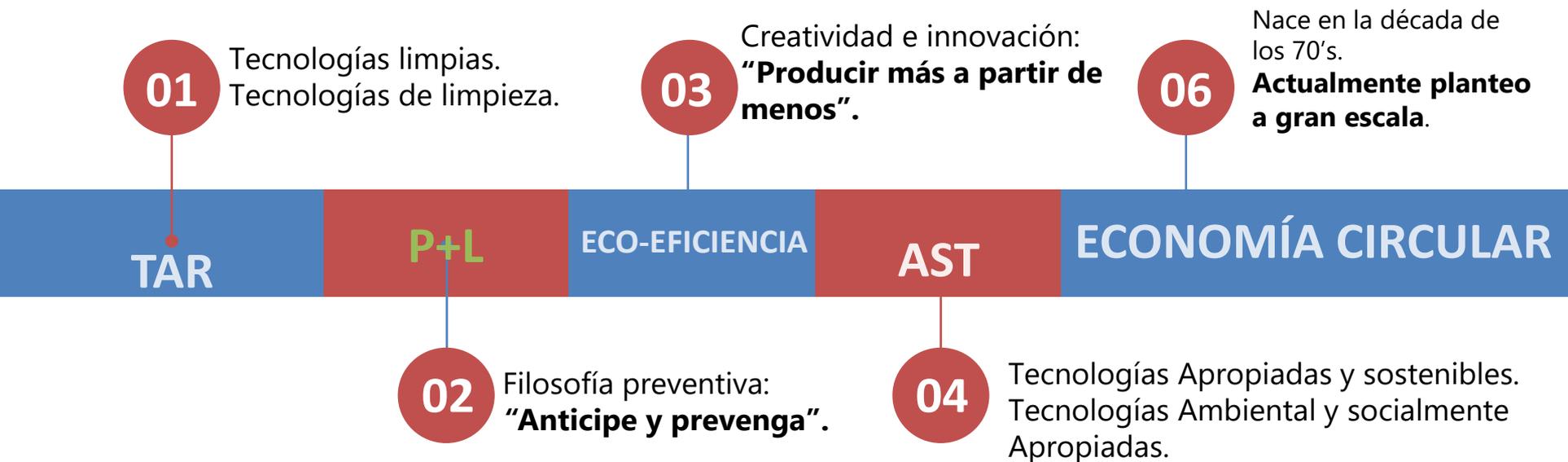
Variantes / aplicaciones:

- Es una forma de reciclar nutrientes presentes en los residuos sólidos orgánicos y devolverlos al suelo.
- **No es económicamente rentable** pero sí es ambientalmente deseable.
- El éxito de las diferentes experiencias depende de muchos factores, pero en especial de la clasificación y calidad de la materia orgánica a compostar.



- 1 VALORIZACIÓN DE RESIDUOS
- 2 RECIRCULARIZACIÓN
- 3 PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTE ORGÁNICO
- 4 SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.
- 5 DISMINUCIÓN DE RESIDUOS A SDF.

ASPECTOS IMPORTANTES



ECONOMÍA CIRCULAR (EC)

Una economía circular es un sistema industrial que es restaurativo o regenerativo por intención y diseño. Sustituye el concepto de «fin de vida» por el de restauración, desplazándose hacia el uso de energías renovables, eliminando el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y tiene como objetivo la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de estos, modelos de negocio.

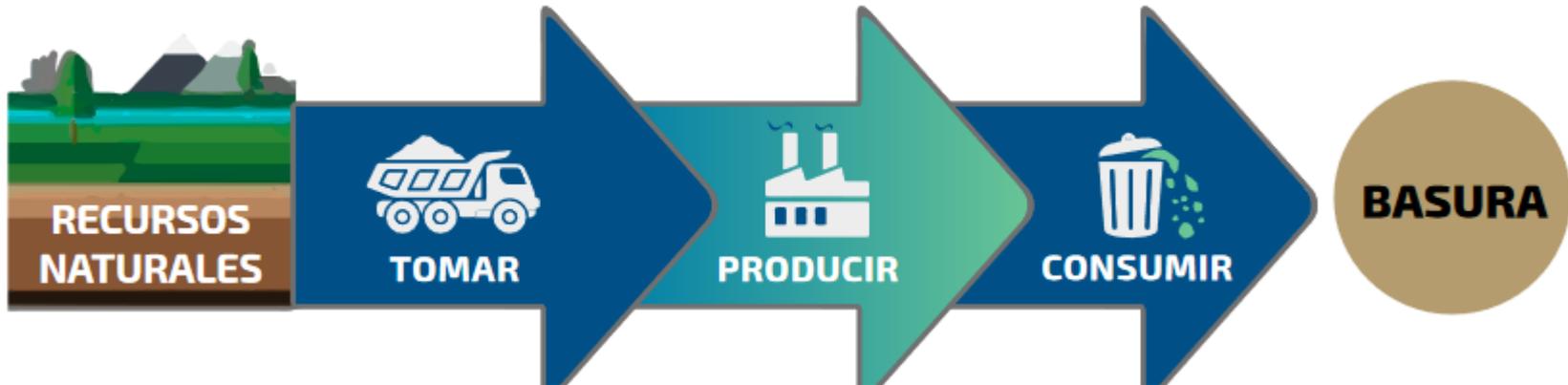
(Fundación Ellen McArthur, 2014)

ECONOMÍA CIRCULAR (EC)

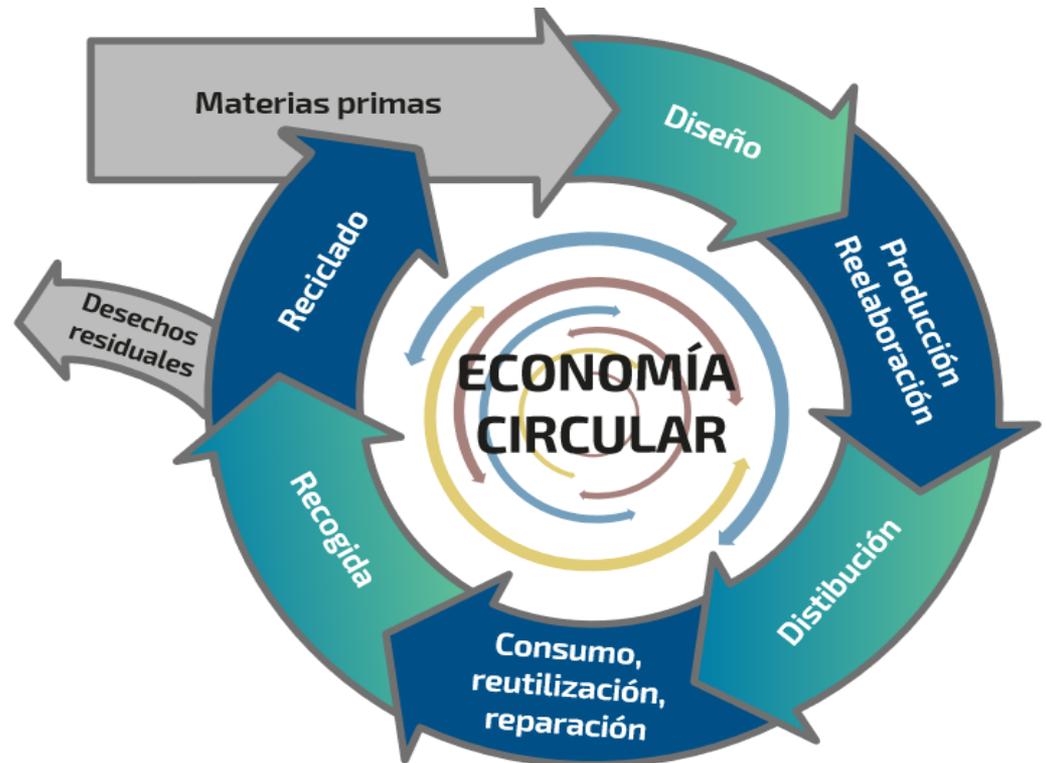
“es reparadora y regenerativa, y pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento. **Este concepto distingue entre ciclos técnicos y biológicos.** Tal como la imaginan sus creadores, la economía consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables. Además, funciona de forma eficaz en todo tipo de escala”

(Fundación Ellen McArthur, 2018)

ECONOMÍA LINEAL



ECONOMÍA CIRCULAR



Principios básicos EC

Prevenir la generación de residuos

Construir resiliencia a través de la diversidad

Usar energías renovables

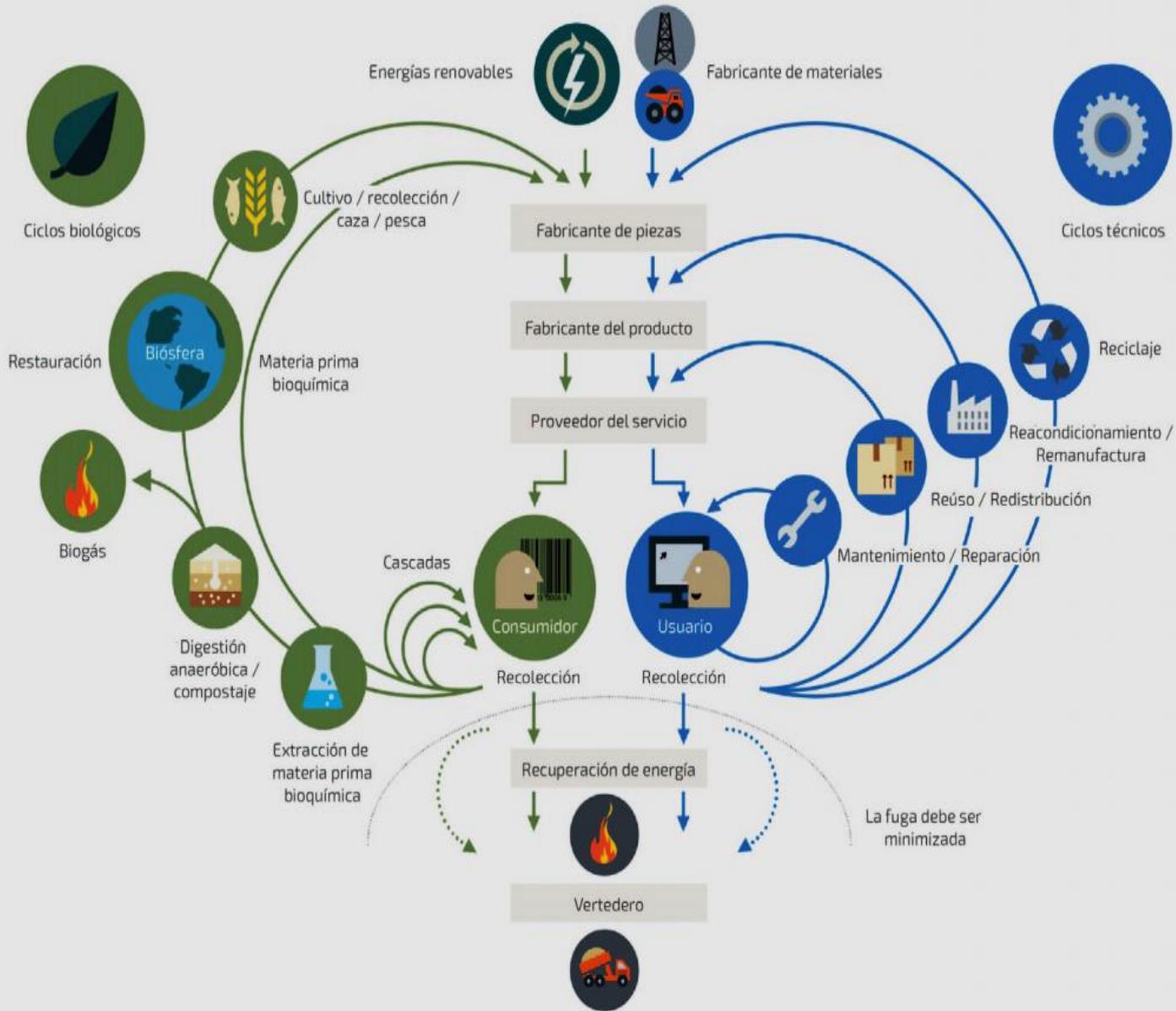
Los residuos son insumos

Pensar en forma sistémica

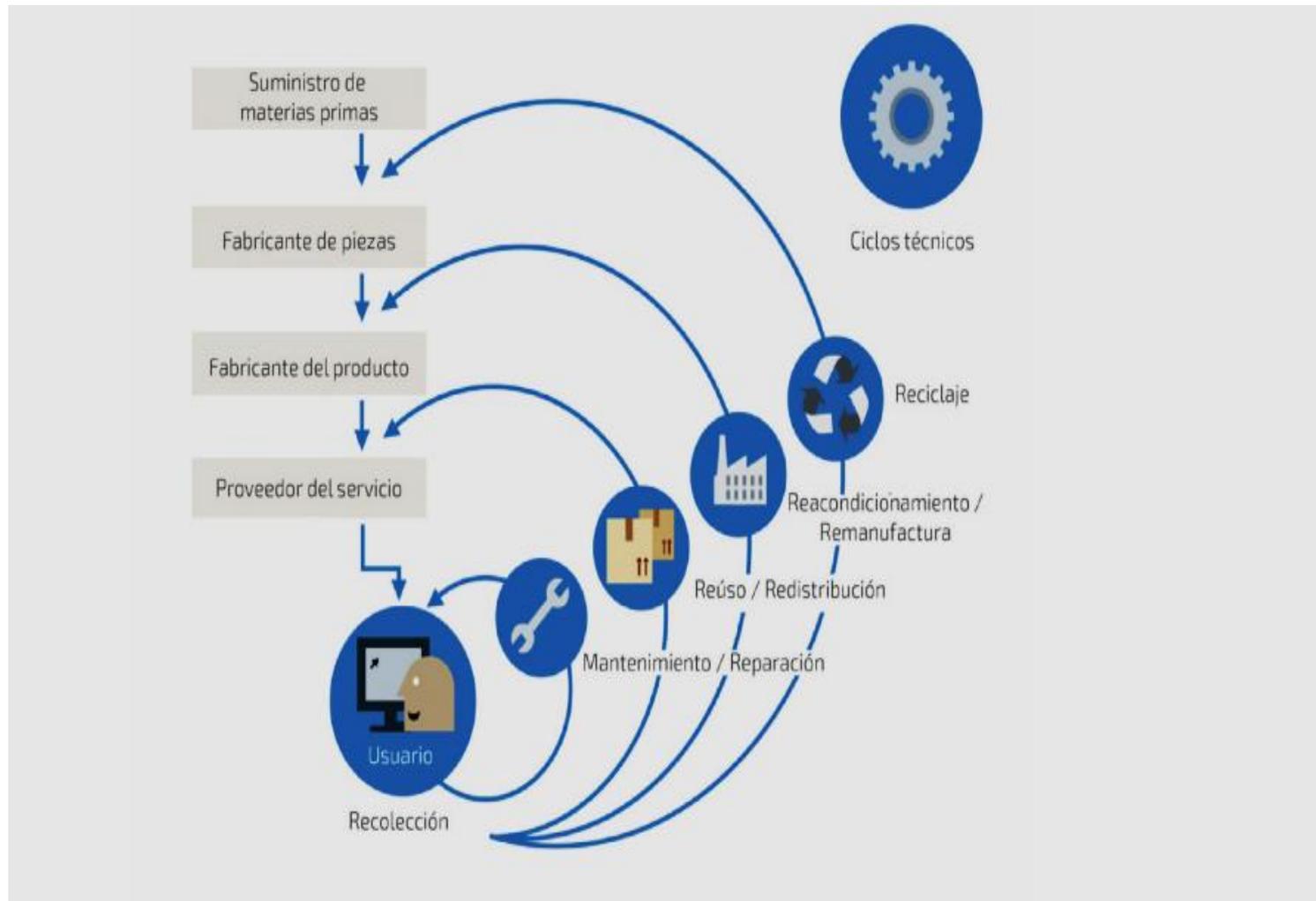
Pensar localmente

Pensar “en cascada”

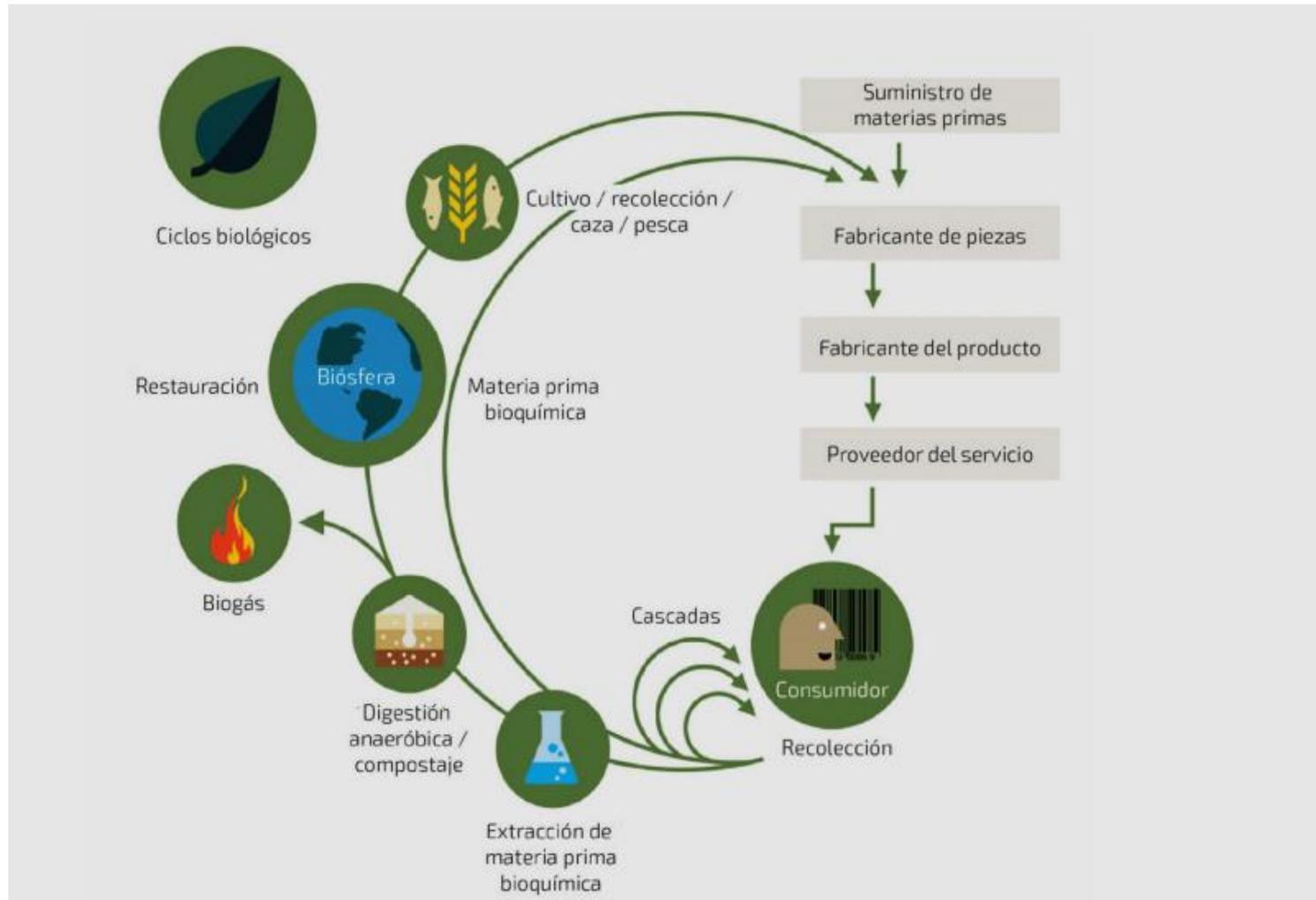
Enfoque en el rendimiento



Elementos del ciclo técnico



Elementos del ciclo biológico



ENFOQUE Multi-R

REPENSAR	Todos los procesos productivos, incluso los de bajo impacto, buscando aumentar la eficiencia.
REDISEÑAR	Sistemas, procesos y productos.
REFABRICAR	Adaptar la estructura de las fábricas a nuevos procesos y productos.
REPARAR	Generar productos con mayor vida útil, que admitan la reparación.
REDISTRIBUIR	Los bienes y productos que una persona no utiliza pueden ser útiles para otra.
REDUCIR	La extracción de materias primas por parte de los productores y el uso de productos por parte de los consumidores.
REUTILIZAR	Generar productos que puedan ser reutilizados.
RECICLAR	Volver a integrar al ciclo productivo productos o sus partes.
RECUPERAR	Valorizar los residuos como elementos de entrada de nuevos procesos.

Líneas de acción EC

Regenerar

- Usar Energía y materiales renovables.
- Restablecer la salud de los ecosistemas.
- Devolver recursos biológicos a la naturaleza.

Compartir

- Uso de bienes/activos.
- Reutilización a lo largo de su vida útil técnica.
- Prolongar la vida útil por reparación, mantenimiento, diseño y mejora.

Optimizar

- Mejorar el rendimiento y la eficiencia de los productos.
- Eliminar residuos de producción y cadena de suministros.
- Uso de big data, automatización y sensores.

Recircular

- Componentes y materiales a través de la remanufactura y reciclaje.
- Recirculación de materiales renovables mediante digestión anaerobia, compostaje, extracción y aprovechamiento de compuestos bioquímicos de residuos.

Desmaterializar

- Uso de recursos para proveer utilidad de forma virtual.

Indicadores de Circularidad

Unión Europea: sectores y áreas prioritarias de inversión para el programa de economía circular

Movilidad	Sistema alimentario	Construcción	320.000 millones de euros a 2025
135.000 millones de euros	70.000 millones de euros	115.000 millones de euros	
Creación de sistemas de movilidad compartida, integrando el sistema de transporte público y autos compartidos.	Prácticas agrícolas regenerativas del suelo que revitalicen los ecosistemas.	Diseño y construcción de edificios basados en principios circulares.	
Diseño y producción de automóviles con cero emisiones hechos con materiales duraderos y circulares.	Ampliación de la recuperación de nutrientes y energía.	Aumento del reciclado y la remanufactura de materiales de construcción y demolición de edificios.	
Aumento de la cadena de valor para los vehículos a través de la remanufactura de autopartes.	Ampliación de la agricultura urbana de alta productividad.	Desarrollo de ciudades circulares.	
	Desarrollo de nuevas fuentes de proteína.		

Ellen MacArthur Foundation/SYSTEMIQ, *Achieving 'Growth Within'*, Londres, 2017.

Limitaciones EC

Se centra en la producción y distribución de bienes, productos y servicios.

Se orienta exclusivamente en flujos de materiales y parcialmente en los de energía.

Prácticamente no incluye flujos y reservas fundamentales como los de agua, carbono y suelos.

Uruguay + CIRCULAR

- **Plan Nacional de Acción de Economía Circular.**
- **Comité Nacional de Economía Circular:** OPP, MIEM, MA, MGAP, MEF.
- **Proyecto BIOVALOR:** MIEM y ANDE
- **Estrategia Nacional de Economía Circular de Uruguay “Acciones para la transformación del sistema de producción y consumo del país”:** MIEM, MA, MGAP, MEF