



Ministerio de  
**Ambiente y  
Recursos Naturales**

Guía de Tecnologías de  
**VALORIZACIÓN DE  
RESIDUOS Y DESECHOS  
SÓLIDOS COMUNES**

VICEMINISTERIO DE RECURSOS NATURALES  
Y CAMBIO CLIMÁTICO.



## Introducción

La gestión adecuada de la basura (desechos y residuos sólidos comunes) es uno de los grandes retos de nuestro tiempo, pero también una oportunidad para transformar la manera en que producimos, consumimos y convivimos con nuestro entorno.

En cumplimiento del mandato constitucional de promover el desarrollo social, económico y tecnológico, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales presenta esta Guía de Tecnologías de Valorización de Residuos y Desechos Sólidos Comunes, conscientes que más allá de este esfuerzo, la invitación es a repensar los procesos productivos para reducir la generación de desechos, asumir como ciudadanía un consumo responsable y clasificar adecuadamente los residuos desde nuestros hogares, al tiempo que se fortalece el rol de las municipalidades en la recolección, recuperación, tratamiento y disposición final adecuados.

Hoy, más que nunca, es necesario modernizar prácticas y adoptar tecnologías que respondan a la realidad de cada territorio y a la composición de sus residuos. La caracterización de los desechos domiciliarios nos permite identificar con mayor precisión las oportunidades de intervención más efectivas, y con base en ello, esta guía se presenta como una herramienta práctica y estratégica (no obligatoria) para apoyar a las autoridades municipales en la selección de tecnologías idóneas.

El documento incluye modelos que abarcan desde la clasificación y recolección diferenciada, la recuperación y el reciclaje de materiales, hasta el tratamiento y disposición final. Asimismo, ofrece recomendaciones estratégicas y opciones de financiamiento que buscan garantizar la viabilidad y sostenibilidad de las soluciones propuestas.

El propósito de esta guía proporcionar una hoja de ruta que fortalezca la gestión integral de los residuos, mejore la calidad de vida de la población y reduzca los impactos negativos sobre el ambiente. Con visión y compromiso, avanzamos hacia un futuro más limpio, responsable y sostenible para todos.



# Contenido

Introducción .....	2	Biodigestores Anaeróbicos para Residuos Orgánicos de 5 a 10 toneladas.....	29
Contenido.....	4	Biorreactores semi industriales e industriales 5 a 20 toneladas.....	31
<b>Categoría 1: Infraestructura para recolección y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes .....</b>	<b>6</b>	Biorreactores modulares escalables hbg 7.0 y hbg 2.0 .....	33
Estaciones de Clasificación en Origen (Puntos verdes) .....	7	Biodigestor Municipal de hasta 20 Toneladas diarias .....	35
Centros de Acopio con Clasificación Manual hasta 40 toneladas diarias .....	9	Biodigestores Anaeróbicos Industriales para Residuos Orgánicos de 50 a 150 toneladas .....	37
Sistemas de Clasificación Semiautomatizada hasta 150 toneladas día .....	11	Planta de compostaje de mediana escala de hasta 20 toneladas diarias.....	39
<b>Categoría 2: Infraestructura para recuperación y reciclaje .....</b>	<b>14</b>	Planta de Compostaje escala industrial de hasta 60 toneladas diarias .....	41
Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 5 toneladas diarias .....	15	Planta de Compostaje Municipalidad/Mancomunitaria de más de 60 toneladas diarias.....	43
Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 30 toneladas diarias.....	17	Sistemas integrales tecnologicos de compostaje lineal y volteadores continuos de 150 toneladas .....	45
Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 50 toneladas diarias .....	18	Incineradores controlados de residuos no reciclables 100 a 150 toneladas.....	47
<b>Categoría 3: Infraestructura para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes.....</b>	<b>22</b>	<b>Categoría 4: Infraestructura para disposición final de residuos y desechos sólidos comunes.....</b>	<b>50</b>
Composteras autónomas escalables.....	23	Rellenos Sanitarios con Geomembrana y Sistema de Lixiviados.....	51
Biodigestor tipo cápsula 1 a 5 toneladas .....	25		
Compostaje Comunitario Descentralizado hasta 5 toneladas diarias .....	27		





# **Categoría 1:**

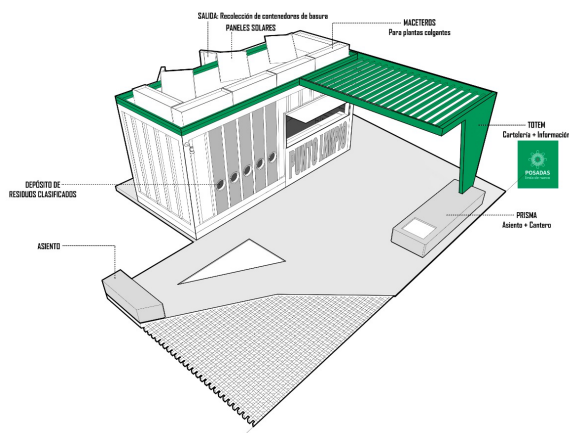
---

Infraestructura para  
recolección y clasificación  
de residuos y desechos  
sólidos comunes



## Infraestructura para clasificación de residuos y desechos sólidos

# Estaciones de Clasificación en Origen (Puntos verdes)



## Objetivo

Fomentar la separación de residuos por parte de los ciudadanos desde el lugar donde se generan, facilitando el depósito diferenciado de residuos orgánicos, reciclables y no reciclables, y promoviendo una cultura de corresponsabilidad en la gestión de residuos sólidos.

## Descripción

Son infraestructuras públicas ubicadas en lugares accesibles donde las personas pueden depositar sus residuos previamente separados. Consisten en contenedores segmentados por tipo de residuo. Sirven como herramienta para reducir la contaminación cruzada, facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y reducir los costos de clasificación posterior.



## Recursos Necesarios

### Infraestructura básica:

Contenedores segmentados con tapa. Base de concreto o piso nivelado. Cubierta o estructura liviana (opcional, según contexto urbano o rural).



### Servicios complementarios:

Personal para monitoreo periódico (municipal o comunitario). Transporte regular para vaciado de residuos.



### Señalética educativa:

Rotulación por tipo de residuo (colores, íconos y texto). Instrucciones claras para los usuarios.



**Apoyo educativo:** Campañas de sensibilización sobre separación en origen. Material impreso o digital para divulgación.





## Pasos para la Implementación

- Selección de ubicación estratégica:** Alta afluencia peatonal o cercanía a centros comunitarios, escuelas o mercados. Coordinación con líderes comunitarios o juntas vecinales.
- Instalación de puntos verdes:** Colocación de contenedores con base segura. Señalización adecuada y visible.
- Capacitación y sensibilización comunitaria:** Jornadas informativas con vecinos. Distribución de materiales explicativos. Diseño de mecanismos de retroalimentación (buzón de sugerencias, QR, etc.).

## Beneficios

- Ambientales:**
  - Mejora la calidad y volumen de clasificación del material reciclable recolectado.
  - Disminuye la cantidad de residuos mezclados y su impacto en vertederos.
- Técnicos:**
  - Reducción de errores humanos
  - Mejora en la trazabilidad de materiales y reportes de recuperación
- Sociales:**
  - Promueve la corresponsabilidad ciudadana.
  - Incentiva el cambio de comportamiento y la educación ambiental.

## Recomendaciones

- Alianzas:** Integrar módulos manuales para residuos que no pueden ser identificados por sensores.
- Incentivos:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo desde el inicio de operaciones.
- Ubicación:** Asegurar el acceso a repuestos locales o con proveedores confiables.
- Seguridad:** Diseñar protocolos claros de clasificación y seguridad laboral



**Costo aproximado de Inversión**  
Q8,000 - Q40,000 por unidad



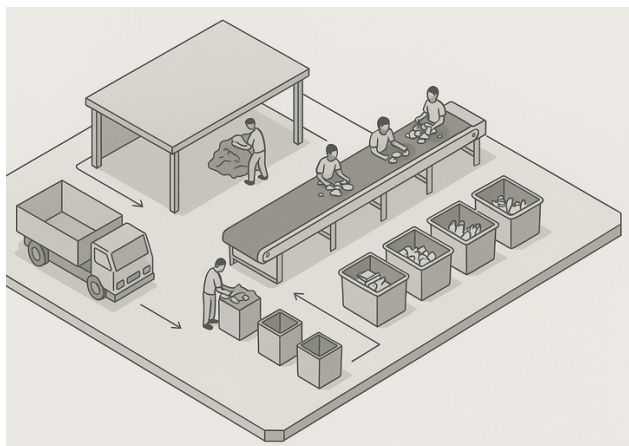
**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q1,600 - Q4,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
1 a 2 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Centros de Acopio con Clasificación Manual hasta 40 toneladas diarias



### Objetivo

Separar residuos reciclables y valorizables mediante procesos manuales que generen empleo local, mejoren la eficiencia de la gestión de residuos y reduzcan el volumen que llega a disposición final. Permiten aprovechar materiales reutilizables y fortalecer cadenas de reciclaje con participación comunitaria e inclusión de recolectores informales.

### Descripción

Son instalaciones equipadas con bandas transportadoras, estaciones de separación y áreas de almacenamiento donde los residuos reciclables se clasifican por tipo mediante trabajo manual. Son una alternativa de bajo costo para mejorar la recuperación de materiales, dinamizar la economía circular y ofrecer oportunidades laborales.



### Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** un terreno nivelado con acceso vehicular, área techada, piso y drenajes



**Recurso humano:** Operarios de clasificación, encargado operativo y personal de limpieza y mantenimiento.



**Equipamiento técnico:** banda transportadora, estaciones de separación, básculas y contenedores.



**Servicios complementarios:** agua potable, energía eléctrica y acceso a servicios sanitarios.



**Equipamiento de seguridad y operación:** equipo de protección personal, señalización y extintores, botiquín.



**Capacitación Inicial:** Buenas prácticas de separación, seguridad ocupacional y manejo de residuos peligrosos y no valorizables.

## Pasos para la Implementación

1. **Identificación de terreno:** Evaluar ubicación estratégica cercana a rutas de recolección. Verificar zonificación compatible y viabilidad legal.
2. **Diseño del centro de acopio:** Planos estructurales y funcionales. Consideración de flujos de entrada y salida de residuos.
3. **Adquisición de equipamiento:** Cotización y compra de bandas, básculas, contenedores y EPP.
4. **Contratación de personal:** Preferencia por mano de obra local y/o recicladores informales capacitados.
5. **Capacitación técnica y operativa:** Jornadas de formación y simulacros de operación
6. **Inicio de operaciones:** Pruebas piloto. Evaluación de flujos y tiempos de trabajo.

## Beneficios

1. **Económicos:**
  1. Generación de empleo
  2. Generación de ingresos por venta de materiales reciclables
  3. Reducción de costos de disposición final
2. **Sociales:**
  1. Inclusión laboral de recicladores informales
  2. Fortalecimiento de capacidades locales
  3. Promoción de reciclaje
  4. Reducción de contaminación y problemas sanitarios
3. **Ambientales:**
  1. Reducción de residuos enviados a vertederos
  2. Disminución de huella de carbono asociada al transporte y disposición

## Recomendaciones

1. **Integración:** Formalizar y capacitar a recolectores informales en roles operativos.
2. **Alianzas:** Establecer acuerdos con empresas recicladoras para compra directa.
3. **Gestión Financiera:** Buscar cofinanciamiento de municipalidades, ONG o cooperación internacional.
4. **Control de calidad:** Realizar auditorías periódicas de los materiales clasificados.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q200,000 - Q480,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q24,000 - Q56,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
3 a 6 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

Infraestructura para clasificación de residuos y desechos sólidos

## Sistemas de Clasificación Semiautomatizada hasta 150 toneladas día



### Objetivo

Aumentar la eficiencia operativa y técnica en las plantas de selección de residuos mediante la incorporación de equipos mecánicos y electrónicos que optimicen el proceso de clasificación, reduzcan errores humanos y permitan un mayor volumen de procesamiento con mejor trazabilidad de materiales.

### Descripción

Combinan el trabajo manual con maquinaria especializada para separar los residuos reciclables y valorizables de forma más rápida y precisa. Incluyen bandas transportadoras, separadores magnéticos, cribas rotativas, sensores ópticos u otros dispositivos que permiten identificar y separar materiales como plásticos, metales, vidrio o papel. Su aplicación facilita el manejo de grandes volúmenes, que manualmente no es posible manejar adecuadamente.



### Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** un terreno nivelado con acceso vehicular, área techada, piso y drenajes.



**Recurso humano:** Servicios de ingeniería para diseño estructural, eléctrico y mecánico de la planta. Estudios de generación de residuos y análisis de composición.



**Equipamiento técnico:** Bandas transportadoras automatizadas. Separadores magnéticos y ópticos. Cribas (vibratorias o rotativas). Compactadoras o prensas (opcional).



**Servicios complementarios:** Software básico de monitoreo y trazabilidad de materiales. Sensores para pesaje y conteo automático (opcional).



## Pasos para la Implementación

1. **Identificación de terreno:** Evaluar ubicación estratégica cercana a rutas de recolección. Verificar zonificación compatible y viabilidad legal.
2. **Diseño del centro de acopio:** Planos estructurales y funcionales. Consideración de flujos de entrada y salida de residuos.
3. **Adquisición de equipamiento:** Cotización y compra de bandas, básculas, contenedores y EPP.
4. **Contratación de personal:** Preferencia por mano de obra local y/o recicladores informales capacitados.
5. **Capacitación técnica y operativa:** Jornadas de formación y simulacros de operación
6. **Inicio de operaciones:** Pruebas piloto. Evaluación de flujos y tiempos de trabajo.

## Beneficios

1. **Operativos:**
  1. Mayor volumen procesado por jornada.
  2. Mayor consistencia y precisión en la clasificación.
2. **Económicos:**
  1. Reduce costos en procesos de clasificación posterior.
  2. Aumenta el valor de los residuos separados.
3. **Ambientales:**
  1. Aumento en la cantidad de residuos recuperados
  2. Disminución de residuos enviados a disposición final
  3. Mejora en el valor de los materiales separados

## Recomendaciones

1. **Módulos Manuales:** Integrar módulos manuales para residuos que no pueden ser identificados por sensores.
2. **Prevención:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo desde el inicio de operaciones.
3. **Acceso:** Asegurar el acceso a repuestos locales o con proveedores confiables.
4. **Protocolos:** Diseñar protocolos claros de clasificación y seguridad laboral.
5. **Vinculación:** Vincular con empresas recicladoras que puedan absorber el volumen recuperado..



**Costo aproximado de Inversión**  
Q2,400,000 – Q5,600,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q80,000 – Q160,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
8 a 12 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



# **Categoría 2:**

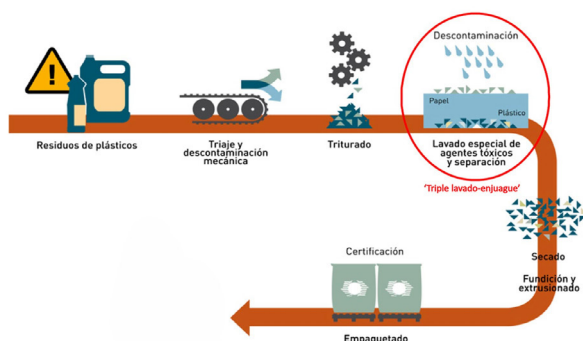
---

Infraestructura para  
recuperación y reciclaje



## Infraestructura para recuperación y reciclaje

# Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 5 toneladas diarias



## Objetivo

Producir hojuela lavada o pellet con calidad comercial básica-intermedia para vender a transformadores locales/regionales. Puede funcionar como planta municipal pequeña.

## Descripción

Funcionan como una línea compacta para una fracción prioritaria (p.ej., PET, HDPE o PP). Puede operar con clasificación + molienda + lavado + secado, y opcionalmente peletizado. Por la cantidad tan pequeña que logra procesar se recomienda lograr subsidios o apoyo de cooperación.



## Recursos Necesarios



### Equipamiento técnico:

tolva y banda, mesa de selección, abridor de bolsas (si aplica), imán, triturador/granulador, lavado, centrifugadora, báscula y peletizadora.



### Recurso humano:

Operarios técnicos para maquinaria. Personal de calidad y supervisión. Encargado de mantenimiento industrial.



### Infraestructura y servicios:

Espacio amplio, que cuente con techo, piso industrial y drenajes. Servicios básicos de agua y luz.



**Otros insumos:** Herramientas para mantenimiento. Contenedores para residuos no reciclables. EPP para seguridad del personal.



## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Identifica estimar volumen y tipo de plástico disponible en la zona.
2. **Diseño y gestión de permisos:** licencias ambientales, de construcción y de operación. Al igual que realizar el layout con los servicios necesarios
3. **Compra de equipo:** optar por línea compacta (tritador, tanque de lavado, centrifuga/secador, peletizadora opcional)
4. **Instalación y capacitación:** montaje de maquinaria y entrenamiento básico del personal.
5. **Prueba piloto y ajustes:** Ensayos con lotes pequeños. Optimización de parámetros y validación de producto final.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Desvío de dicha cantidad de toneladas del relleno sanitario o cuerpos de agua.
2. **Económicos:**
  1. Generación de empleos directos y encadenamientos.
  2. Se puede lograr una escalabilidad progresiva para crecer la planta.
3. **Sociales:**
  1. Generación de educación a la población.
  2. Estímulo a la cadena de recolección de plásticos.

## Recomendaciones

1. **Abastecimiento:** Firmar convenios para asegurar flujo estable de material.
2. **Calidad:** Implementar separación básica y capacitación a proveedores para reducir contaminación.
3. **Agua:** Usar un sistema de recirculación de agua con sedimentación y filtración simple para reducir costos.
4. **Mantenimiento:** Programar revisiones semanales a cuchillas, cribas y motores para evitar paros costosos.
5. **Alianzas:** vender flake a transformadores nacionales o regionales que paguen mejor por volúmenes pequeños y constantes.



### Costo aproximado de Inversión

Q5,000,000 - Q8,000,000



### Costo aproximado de mantenimiento

Q240,000 - Q400,000 / año



### Tiempo aproximado de implementación

6 a 8 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Infraestructura para recuperación y reciclaje

# Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 30 toneladas diarias



## Objetivo

Generar flake grado alto y pellet con especificaciones consistentes para mercados industriales regionales (extrusión, inyección, soplado).

## Descripción

Planta con mayor automatización y dos o más corrientes (ej. PET y HDPE/PP). Incluye desetiquetado/hot-wash para PET grado botella-afibra o lámina y peletizado en una o dos líneas. La planta logra continuidad en abastecimiento, estabilidad de empleo y producción suficiente de pellets reciclados para mercados locales.

## Recursos Necesarios

### Equipamiento técnico:



Separadores ópticos (opcionales), removedor de etiquetas/aglomerador, lavado en caliente, fricción de alto rendimiento, secado térmico, peletizadora, sistema de tratamiento de aguas.



### Infraestructura y servicios:

Espacios amplios, agua, luz, drenajes. Filtros, químicos de lavado. tornillos, cuchillas.



### Recurso humano:

Operarios técnicos para maquinaria. Personal de calidad y supervisión. Sistema a dos turnos para procesamiento continuo.



**Otros insumos:** Herramientas para mantenimiento. Contenedores para residuos no reciclables. EPP para seguridad del personal.

## Pasos para la Implementación

1. **Estudio de abastecimiento amplio:** identificar fuentes de material.
2. **Permisos, licencias y diseño de planta:** ambientales (incluyendo caldera/vapor), construcción, descargas de agua y bomberos.
3. **Compra de equipos:** separadores ópticos, sistemas de lavado en caliente, fricción, secado térmico, peletizadora.
4. **Construcción, montaje y arranque técnico:** Obra civil, instalación eléctrica, líneas de agua y vapor. Pruebas en vacío, calibración de equipos, ramp-up progresivo de producción.
5. **Prueba piloto y ajustes:** Ensayos con lotes pequeños. Optimización de parámetros y validación de producto final.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Desvía entre 6 y 30 toneladas diarias, aportando a metas nacionales de gestión de plásticos.
2. **Económicos:**
  1. Mayor competitividad al tener producción de pellets de calidad con especificaciones consistentes.
  2. Economías de escala: costos unitarios de energía, agua y mano de obra más bajos que en plantas pequeñas.
3. **Sociales:**
  1. Generación de empleo técnico e industrial
  2. Estímulo a la cadena de recolección de plásticos

## Recomendaciones

1. **Materiales:** Planear líneas específicas para PET (claro/verde), HDPE natural/coloreado y PP.
2. **Suministro:** Trabajar con grandes generadores (supermercados, embotelladoras) y compradores regionales.
3. **Agua:** Implementar sistema de recirculación con flotación (DAF) o filtros, minimizando descargas.
4. **Capacitación:** Entrenar al personal en control de procesos, mantenimiento de extrusoras y normas de seguridad.
5. **Mantenimiento:** Contratar servicio de proveedores críticos (peletizadora, extrusora) para evitar paradas largas.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q12,000,000 - Q18,000,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q600,000 - Q900,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
6 a 12 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Infraestructura para recuperación y reciclaje

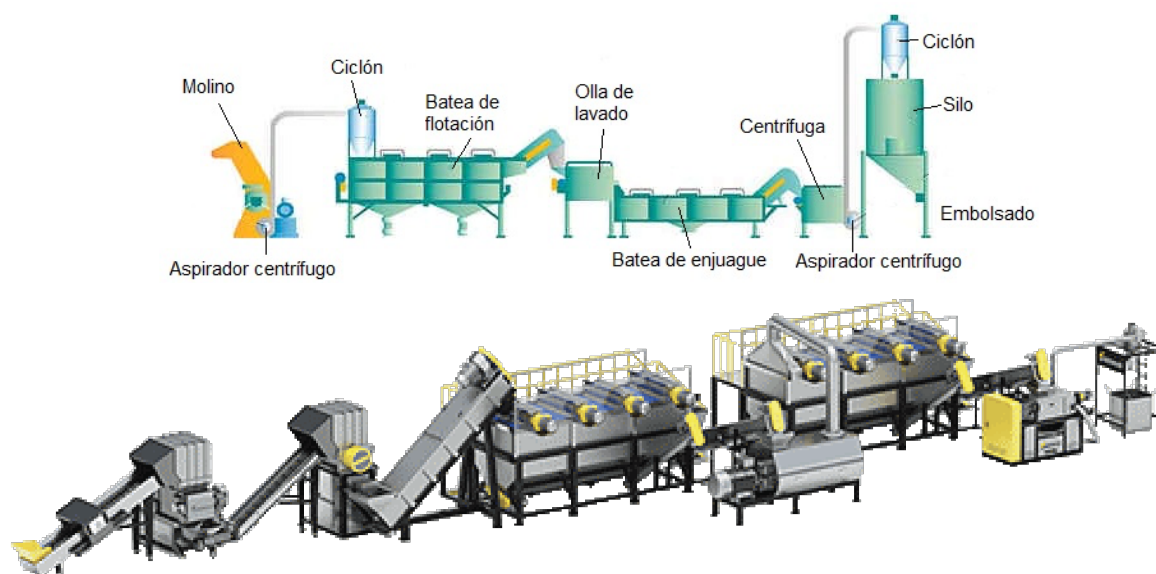
# Plantas de Reciclaje Mecánico para Plásticos hasta 50 toneladas diarias

## Objetivo

Recuperar y reprocesar plásticos posconsumo mediante procesos mecánicos para transformarlos en materia prima secundaria (pellets reciclados), con el fin de reintroducirlos en la cadena productiva, reducir la presión sobre recursos vírgenes y disminuir los residuos plásticos en el ambiente.

## Descripción

Son instalaciones industriales que procesan residuos plásticos mediante trituración, lavado, secado, extrusión y peletizado. El objetivo es obtener pellets reciclados de buena calidad que puedan ser utilizados nuevamente en procesos de manufactura. Son una alternativa eficiente para agregar valor local a residuos plásticos, generar empleo y fortalecer la economía circular en el país.



## Recursos Necesarios



### Equipamiento técnico:

Trituradoras o molinos de corte. Sistemas de lavado y enjuague. Secadores centrifugos o térmicos. Extrusoras para fundir plástico. Peletizadoras.



### Infraestructura y servicios:

Espacios amplios para acopio, procesamiento y almacenamiento. Suministro constante de agua y energía. Sistema de tratamiento de aguas residuales (si es necesario).



### Recurso humano:

Operarios técnicos para maquinaria. Personal de calidad y supervisión. Encargado de mantenimiento industrial.



**Otros insumos:** Herramientas para mantenimiento. Contenedores para residuos no reciclables. EPP para seguridad del personal.



## Pasos para la Implementación

1. **Estudio de mercado:** Identificar tipos de plásticos disponibles (PE, PET, PP, etc.). Verificar demanda de pellets reciclados en la industria local o regional.
2. **Adquisición de equipo:** Selección de maquinaria según el tipo de plástico a procesar. Considerar repuestos y soporte técnico del proveedor.
3. **Adecuación de instalaciones:** Diseño de flujos operativos. Infraestructura eléctrica e hidráulica adecuada.
4. **Capacitación del personal:** Entrenamiento técnico en operación, seguridad y control de calidad.
5. **Prueba piloto y ajustes:** Ensayos con lotes pequeños. Optimización de parámetros y validación de producto final.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Disminución de residuos plásticos en vertederos y ecosistemas.
  2. Reducción del uso de resina plástica virgen.
2. **Económicos:**
  1. Generación de pellets reciclados como insumo comercializable
  2. Se puede dar el salto hacia moldes propios para producir objetos terminados
  3. Valor agregado a residuos que antes se descartaban
3. **Sociales:**
  1. Generación de empleo técnico e industrial
  2. Estímulo a la cadena de recolección de plásticos

## Recomendaciones

1. **Alianzas:** Asegurar desde el inicio alianzas comerciales para colocar los pellets reciclados.
2. **Protocolos:** Establecer protocolos de recepción y control de calidad de plásticos para evitar contaminación.
3. **Certificaciones:** Considerar certificaciones de calidad para facilitar acceso a mercados industriales.
4. **Centros de acopio:** Coordinar con centros de acopio locales para garantizar materia prima constante.
5. **Buenas prácticas:** Implementar buenas prácticas ambientales, especialmente en el manejo del agua en el lavado.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q35,000,000 - Q50,000,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q1,750,000 - Q2,500,000/ año



**Tiempo aproximado de implementación**  
12 a 18 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



# **Categoría 3:**

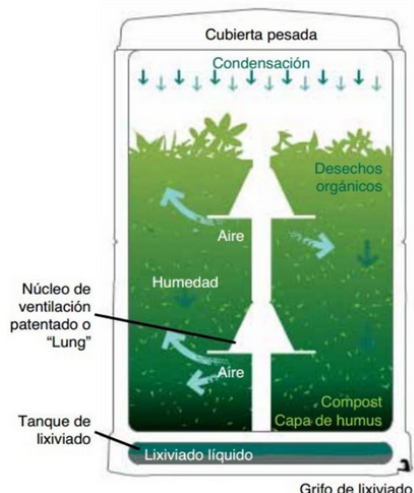
---

Infraestructura para  
tratamiento de residuos  
y desechos sólidos  
comunes.



## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

# Composteras autónomas escalables



## Objetivo

Producir abono de alta calidad y abono líquido para retroalimentar con el objetivo de generarla propia producción de vegetales y hortalizas.

## Descripción

Una compostera es un sistema que procesa correctamente los residuos orgánicos transformándolos en un fertilizante en parte sólido y en parte líquido ambos para el suelo. Dentro de este sistema, sucede una descomposición AERÓBICA. Nuestra tecnología innovadora permite un proceso de compostaje automatizado e inodoro.

Utilizando nuestros microbios y calor patentados, los desechos de alimentos se transforman en suelo rico en nutrientes en solo 24 horas, creando un producto final reutilizable y rico en nutrientes.

## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Mínimo espacio 100 metros cuadrados; ideal 300 metros cuadrados. Depende del modelo.



**Equipamiento técnico:** Incluye todos sus accesorios.



**Equipamiento de seguridad y operación:** Equipo de seguridad industrial, medidos de pH, extintor, medidos de humedad.



**Recurso humano:** 1 operario



**Servicios complementarios:** No necesita electricidad para su funcionamiento.



**Capacitación Inicial:** Dentro de la oferta impartida por Ciclo Verde y servicio post venta continuo.

## Pasos para la Implementación

1. **Evaluación del volumen orgánico:** Identificar residuos generados y elegir la compostera adecuada.
2. **Preparación del espacio:** Seleccionar área ventilada y sombreada; asegurar acceso a agua y electricidad.
3. **Instalación del sistema:** Montar la compostera, colocar sensores (si aplica) e instalar sistema de captación de lixiviados.
4. **Carga inicial y activación:** Introducir residuos orgánicos en cantidades controladas y ajustar humedad según requerimientos.
5. **Capacitación operativa:** Entrenar a operarios en mezcla, control de temperatura, humedad y retiro del compost.
6. **Monitoreo y mejora continua:** Revisar parámetros diarios, extraer compost y ajustar el proceso según resultados.

## Beneficios

1. **Ambientales y sanitarios:**
  1. Reduce significativamente los residuos orgánicos enviados a vertederos.
  2. Produce compost y lixiviado que enriquecen suelos sin químicos.
2. **Energéticos:**
  1. Genera abono sólido y líquido reutilizable para huertos y agricultura.
  2. Disminuye la compra de fertilizantes externos y mejora productividad.
3. **Operativos:**
  1. Fomenta hábitos responsables en comunidades, escuelas y mercados.
  2. Mejora la higiene y la gestión local.

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Separar residuos orgánicos limpios sin plásticos ni metales.
2. **Alianzas:** Coordinar con municipalidades, mercados y productores agropecuarios.
3. **Calidad:** Mantener mezcla homogénea y control del tipo de residuo.
4. **Campañas:** Sensibilizar sobre correcta entrega y uso del biogás/biofertilizante.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q 80,000–Q2,800,000 depende de modelo y capacidad



**Costo aproximado de mantenimiento**  
\$10,000– \$15,000/año



**Tiempo aproximado de implementación**  
60 a 90 días laborales

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

### Biodigestor tipo cápsula 1 a 5 toneladas



#### Objetivo

Realizar un tratamiento de aguas residuales en beneficio del medio ambiente y sin contaminar las napas freáticas.

#### Descripción

El Biodigestor tipo capsula de tres cámaras, es un sistema de etapas para degradación efectiva de materia orgánica de diferentes fuentes.

Nuestro sistema de gestión y tratamiento de aguas residuales domésticas basado en procesos de biodegradación. Aquí, la materia orgánica de los residuos se descompone en dióxido de carbono, gas metano y agua. Las bacterias del tanque se alimentan del efluente y lo transforman en agua y gas.

#### Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Mínima requerimiento, fácil montaje.



**Recurso humano:** 1 operario.



**Equipamiento técnico:** Incluye todos sus accesorios.



**Servicios complementarios:** No necesita electricidad para su funcionamiento.



**Equipamiento de seguridad y operación:** No aplica.



**Capacitación Inicial:** Dentro de la oferta impartida por Ciclo Verde y servicio post venta continuo.

## Pasos para la Implementación

1. **Evaluación del sitio:** revisar espacio disponible, pendiente del terreno y tipo de suelo para asegurar estabilidad.
2. **Diseño hidráulico básico:** definir caudal de aguas residuales, ubicación de entradas, salidas y ventilación.
3. **Excavación y preparación:** realizar la zanja con dimensiones adecuadas y cama de arena o base nivelada.
4. **Instalación del biodigestor:** colocar la cápsula, conectar tuberías de entrada/salida y sellar uniones.
5. **Relleno y compactación:** cubrir el sistema con tierra compactada para asegurar soporte y evitar filtraciones.
6. **Puesta en funcionamiento:** verificar flujo, revisar fugas, capacitar al operario y establecer rutina de monitoreo.

## Beneficios

1. **Ambientales y sanitarios:**
  1. Evita que aguas residuales contaminen suelos y napas freáticas.
  2. Reduce carga orgánica y genera un efluente más seguro para disposición.
2. **Productivos:**
  1. disminuye costos de tratamiento y mantenimiento de fosas sépticas.
  2. mejora la eficiencia del sistema sanitario en viviendas y comercios.
3. **Sociales:**
  1. mejora salud pública al reducir focos de contaminación.
  2. fortalece condiciones sanitarias en comunidades y áreas rurales.

## Recomendaciones

1. **Recolección:** dirigir únicamente aguas residuales domésticas sin químicos agresivos.
2. **Alianzas:** coordinar con municipalidad, constructores y comités comunitarios.
3. **Calidad:** revisar tuberías, trampas de grasas y evitar sólidos no biodegradables.
4. **Campañas:** informar sobre buen uso del sistema y qué no debe ingresar.



### Costo aproximado de Inversión

Q 15,200 a Q 320,000 dependiendo modelo y capacidad



### Costo aproximado de mantenimiento

Q 8,000- Q24,000/año



### Tiempo aproximado de implementación

45 a 60 días laborales

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

Infraestructura para recuperación  
y reciclaje

## Compostaje Comunitario Descentralizado hasta 5 toneladas diarias

### Objetivo

Aprovechar los residuos orgánicos generados en barrios o comunidades urbanas para transformarlos en compost de uso local y fertilizante líquido, reduciendo la cantidad de residuos enviados a disposición final y promoviendo la participación ciudadana en la gestión ambiental.

### Descripción

Sistemas a pequeña escala ubicados en comunidades, barrios o instituciones, que procesan residuos orgánicos mediante pilas aireadas, lombricompostaje. Requieren mano de obra local, sensibilización y participación activa para asegurar una separación adecuada de los residuos desde el origen.



### Recursos Necesarios



#### Materiales y equipos:

Biotrituradoras o cuchillas manuales. Herramientas de volteo (palas, carretillas, rastrillos). Contenedores, galeras o cajones de compostaje (según método).



#### Recurso humano:

Mano de obra local para operación y mantenimiento. Promotores ambientales o líderes comunitarios.



#### Infraestructura y servicios:

Capacitación en técnicas de compostaje y separación en origen. Material educativo para la comunidad.

## Pasos para la Implementación

1. **Sensibilización comunitaria:** Jornadas educativas sobre residuos orgánicos y compost.
2. **Recolección selectiva:** Definición de rutas y frecuencia para residuos orgánicos.
3. **Preparación del sitio:** Acondicionamiento del área y montaje del sistema.
4. **Inicio de operaciones:** Monitoreo de temperatura, humedad y tiempos de maduración

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Disminución de residuos enviados a vertederos
  2. Reducción de emisiones por descomposición inadecuada
2. **Económicos:**
  1. Producción de abono para jardines o agricultura urbana
  2. Fortalecimiento del tejido comunitario y cultura ambiental

## Recomendaciones

1. **Uso local:** Promover el uso del compost en espacios comunitarios o huertos escolares.
2. **Separación adecuada:** Asegurar una separación adecuada de los residuos desde el hogar.
3. **Calendarización:** Establecer un calendario para volteo y monitoreo del proceso.
4. **Evitar contaminación:** Evitar incluir residuos contaminados con plásticos o materiales no biodegradables.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q50,000 - Q500,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q8,000 - Q50,000/ año



**Tiempo aproximado de implementación**  
2 - 4 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Infraestructura para Tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

# Biodigestores Anaeróbicos para Residuos Orgánicos de 5 a 10 toneladas

## Objetivo

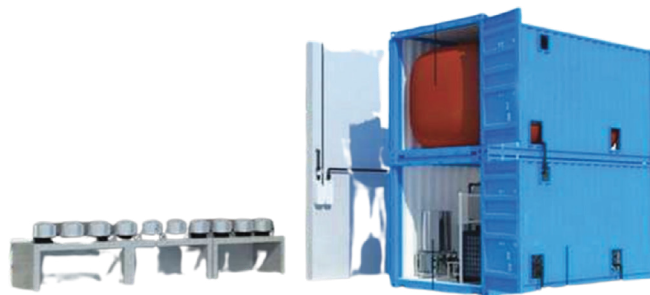
Transformar los residuos orgánicos en energía renovable (biogás) y fertilizante líquido orgánico (biol) mediante digestión anaeróbica, maximizando su valor energético.

## Descripción

Una solución integral mediante un sistema de descomposición de residuos orgánicos en ausencia de oxígeno, generando biogás y biol. Adecuados para zonas rurales e establecimientos con alto volumen de residuos orgánicos, como mercados, comedores o granjas. Fácil y rápida instalación, no requiere cimientos, no produce mal olor. Incluye accesorios y bolsa de almacenamiento de biogás.



**Biodigestor 20P en contenedor**



**Biodigestor 40P en contenedor**

## Recursos Necesarios

### Infraestructura técnica:



Se requiere de un espacio amplio para la instalación del biodigestor en contenedor.

Los accesorios varían según la elección: estufa, lámpara, calentador de agua.

### Personal y gestión:



Técnicos para operación del equipo, capacitados en seguridad, balance de carga orgánica y monitoreo del sistema.



### Servicios básicos:

Acceso a agua para mezcla y fuente eléctrica para equipos auxiliares.



## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico:** Cuantificación y caracterización de los desechos orgánicos generados en el punto. Creación de la dieta del biodigestor.
2. **Estudio Técnico:** Evaluación de la capacidad e infraestructura requerida, diseño funcional de áreas y determinación estratégica de la ubicación.
3. **Contrato de Adquisición:** Establecimiento de condiciones y términos para la compra entre las partes involucradas.
4. **Instalación y capacitación:** Capacitación práctica a operadores y encargados e instalación del equipo con sus accesorios.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
  2. Disminución de residuos orgánicos en vertederos.
2. **Energéticos:**
  1. El biogás es una fuente de energía limpia y accesible empleada para generar electricidad o calor.
3. **Agronómicos y sociales:**
  1. Generación de biol, mejora la estructura de suelos y aporta mayor valor nutricional a los alimentos.
  2. Visión social y bienestar común, comunidades sostenibles.

## Recomendaciones

1. **Capacitación:** Capacitar a los generadores sobre la separación correcta de los residuos y desechos, y a los operadores sobre el uso del biodigestor.
2. **Sistema de Recolección:** Implementar un sistema de recolección ordenado, garantizando una constante de residuos orgánicos y la exclusión de plásticos o contaminantes.
3. **Mantenimiento Preventivo:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo mensual.
4. **Supervisión Constante:** Implementar un control de monitoreo del sistema periódicamente bajo un supervisor asignado.



### Costo aproximado de Inversión

Q1,365,000.00 / Q1,870,000.00

Costo de instalación  
Q30,000- Q35,000



### Costo aproximado de mantenimiento

Q60,000 - Q65,000/Mensual



### Tiempo aproximado de implementación

4 a 8 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

# Biorreactores semi industriales e industriales 5 a 20 toneladas



## Objetivo

Disponer los desechos sólidos comunes en condiciones controladas y seguras, reduciendo los impactos ambientales a través de sistemas de aislamiento, recolección de lixiviados y manejo de gases generados durante la descomposición.

## Descripción

Infraestructura especializada para la disposición final de desechos, construida con geomembranas impermeables, capas de protección y sistemas de recolección de lixiviados y biogás. Su diseño busca evitar la contaminación del suelo, agua y aire, garantizando una operación técnica bajo normativa ambiental.



## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Mínimo espacio requerido, fácil montaje, sistema eficiente e íntegro.



**Equipamiento técnico:** Incluye todos sus accesorios, funcionamiento e inóculo microbiano activador



**Equipamiento de seguridad y operación:** Mínimo requerimiento. Stock de repuestos permanente.



**Recurso humano:** 1 a 3 operarios



**Servicios complementarios:** Necesita electricidad y combustible para bombas.



**Capacitación Inicial:** Dentro de la oferta impartida por Ciclo Verde y servicio post venta continuo

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Estimación de cantidad y tipo de residuos orgánicos disponibles
2. **Selección de sitio:** Evaluación ambiental y accesibilidad logística
3. **Diseño técnico:** Dimensiones, tipo de compostaje y flujos operativos
4. **Adquisición e instalación:** Compra de equipos y habilitación del área.
5. **Capacitación del personal:** Formación técnica en procesos de compostaje y monitoreo
6. **Operación piloto:** Ensayos iniciales y validación del proceso.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Reduce la cantidad de residuos enviados a vertederos.
  2. Genera biogás y biofertilizante que sustituyen recursos fósiles y químicos.
2. **Sanitarios:**
  1. Produce energía renovable para autoconsumo
  2. Genera biofertilizante de alto valor para agricultura.
3. **Técnicos:**
  1. Crea empleo local operativo.
  2. Fortalece prácticas sostenibles en mercados, empresas y municipios.

## Recomendaciones

1. **Estaciones:** Incluir estaciones de monitoreo ambiental permanentes (agua, aire, gas y suelo).
2. **Plan de cierre:** Diseñar e implementar un plan de cierre técnico y post-cierre con mantenimiento prolongado.
3. **Gestión financiera:** Establecer mecanismos de gestión financiera para sostenibilidad operativa y futura ampliación.
4. **Educación:** Asegurar procesos de educación ciudadana para reducir la presión sobre el sitio.
5. **Transferencia:** Complementar con estaciones de transferencia, reciclaje o compostaje para alargar su vida útil.



### Costo aproximado de Inversión

Q472,000 hasta Q1,560,000  
dependiendo modelo y capacidad



### Costo aproximado de mantenimiento

Q40,000- Q56,000 /año



### Tiempo aproximado de implementación

60 a 90 días laborales

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

Tecnología para tratamiento de residuos  
y desechos sólidos comunes

## Biorreactores modulares escalables hbg 7.0 y hbg 2.0



### Objetivo

Mejorar las cualidades y calidades de los suelos, aportando nutrientes y microorganismos que ayudan al desarrollo de las plantas y biogás, un combustible gaseoso con el cual se puede cocinar, calentar agua y producir energía eléctrica mediante un generador de biogás.



### Descripción

Es un sistema cerrado herméticamente que se alimenta con residuos orgánicos. (desechos de cocina, estiércoles, heces). Adentro de la bolsa de 7 capas sucede una descomposición ANAERÓBICA de la materia con la que se genera: biofertilizante.

### Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Mínima sin requerimiento de zanjas o siembra o estructuras complicadas.



**Equipamiento técnico:** Incluye todos sus accesorios.



**Equipamiento de seguridad y operación:** No aplica



**Recurso humano:** 1 operario



**Servicios complementarios:** No necesita electricidad para su funcionamiento.



**Capacitación Inicial:** Dentro de la oferta impartida por Ciclo Verde y servicio post venta continuo

## Pasos para la Implementación

1. **Evaluación inicial:** Verificar la cantidad diaria de residuos orgánicos disponibles y definir el modelo del bioreactor según capacidad.
2. **Selección y preparación del sitio:** elegir un área plana, accesible y sombreada; limpiar el espacio y garantizar buen drenaje.
3. **Instalación del equipo:** Desplegar la unidad, conectar las entradas y salidas, asegurar válvulas y revisar hermeticidad.
4. **Carga inicial y activación:** Capacitación del personal. Pruebas de funcionamiento y protocolos de seguridad.
5. **Capacitación operativa:** Entrenar al operario en carga diaria, limpieza de filtros, control de presión y uso del biogás.
6. **Puesta en marcha y monitoreo:** Iniciar operación continua, verificar producción de gas, ajustar mezcla y registrar rendimiento.

## Beneficios

1. **Ambientales y sanitarios:**
  1. Reduce residuos orgánicos en vertederos.
  2. Disminuye emisiones y produce biofertilizante limpio.
2. **Energéticos:**
  1. Genera biogás utilizable para cocina o energía básica.
  2. Produce fertilizante que mejora rendimientos agrícolas.
3. **Operativos:**
  1. Mejora higiene y manejo local de residuos
  2. Reduce costos energéticos para familias o pequeñas comunidades.

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Separar residuos orgánicos limpios sin plásticos ni metales.
2. **Alianzas:** Coordinar con municipalidades, mercados y productores agropecuarios
3. **Calidad:** Mantener mezcla homogénea y control del tipo de residuo
4. **Campañas:** Sensibilizar sobre correcta entrega y uso del biogás/biofertilizante



**Costo aproximado de Inversión**  
Q28,000-Q45,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q10,000 - Q15,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
6 horas

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

## Biodigestor Municipal de hasta 20 Toneladas diarias

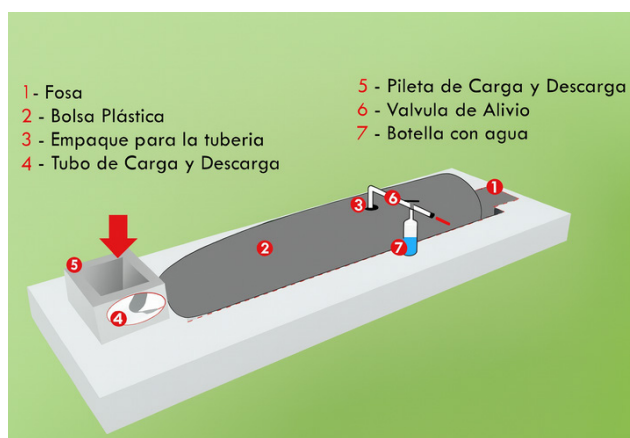


### Objetivo

Aprovechar los residuos sólidos orgánicos municipales para generar biogás y biofertilizantes líquidos, mediante procesos de biodigestión anaerobia a pequeña escala, reduciendo la presión sobre rellenos sanitarios y aportando energía renovable y nutrientes al ámbito local.

### Descripción

Sistemas modulares de biodigestión para procesar hasta 20 toneladas diarias de residuos orgánicos. Producen biogás para uso energético y biofertilizante líquido, favoreciendo la autogestión comunitaria y la economía circular local.



### Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** terreno nivelado, en área techada preferiblemente.



**Equipamiento técnico:** trituradora.



**Equipamiento de seguridad y operación:** equipo de protección personal, señalización y extintores, botiquín, termómetro, medidor humedad y ph.



**Recurso humano:** Operario de biodigestor y maquina trituradora, y personal de limpieza y mantenimiento.



**Servicios complementarios:** agua potable, energía eléctrica, internet y acceso a servicios sanitarios.



**Capacitación Inicial:** Manejo maquina trituradora, control de parámetros de biodigestion, seguridad ocupacional y gestión de residuos peligrosos incidentales.

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Estimación de cantidad y tipo de residuos orgánicos disponibles.
2. **Selección de sitio:** Evaluación ambiental y accesibilidad logística.
3. **Diseño técnico:** Dimensiones, tipo de compostaje y flujos operativos.
4. **Adquisición e instalación:** Compra de equipos y habilitación del área.
5. **Capacitación del personal:** Formación técnica en procesos de compostaje y monitoreo.
6. **Operación piloto:** Ensayos iniciales y validación del proceso.

## Beneficios

### 1. Ambientales y sanitarios:

1. Reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios
2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero

### 2. Productivos:

1. Generación de lixiviado útil para agricultura urbana, viveros o áreas verdes municipales

### 3. Sociales:

1. Fortalecimiento de capacidades locales
2. Promoción de una cultura de separación en origen.

3. **Calidad:** Monitorear el % de separación de origen, proceso productivo y estructura física, química y microbiológica del fertilizante sólido y líquido.
4. **Campañas:** Promover campañas para que la comunidad utilice la tecnología ecológica generada y contribuya a una mayor separación adecuada.

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Fortalecer las campañas y estrategia de educación ambiental para garantizar la adecuada clasificación de origen.
2. **Alianzas:** Establecer alianzas con MAGA, Agricultores locales, viveros o ONGs ambientales para vender el compost y lixiviados.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q450,000 - Q2,800,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q40,000 - Q80,000 / año



**Tiempo aproximado de implementación**  
5 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

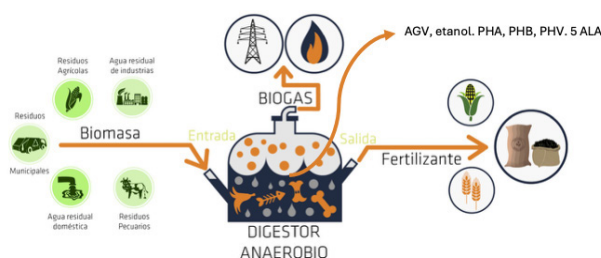
# Biodigestores Anaeróbicos Industriales para Residuos Orgánicos de 50 a 150 toneladas



## Objetivo

Transformar los residuos orgánicos en energía renovable y biofertilizantes, contribuyendo a la reducción de residuos enviados a disposición final, al cumplimiento de metas de economía circular y a la generación de beneficios energéticos y agronómicos para el país.

## Descripción



Son plantas de gran escala que procesan residuos orgánicos en condiciones anaerobias controladas, generando biogás y digestato como subproductos valorizables. El biogás puede emplearse en calderas, generación eléctrica o inyección a redes de gas, mientras que el digestato se utiliza como fertilizante orgánico sólido o líquido. Estas Permiten manejar grandes volúmenes de residuos y reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero.

## Recursos Necesarios

### Infraestructura Técnica:



Reactores anaerobios de gran capacidad (CSTR, UASB o tipo plug-flow). Sistemas de pretratamiento (tritución, homogeneización, separación de inorgánicos). Tanques de almacenamiento y tratamiento del digestato. Sistemas de captación, limpieza y compresión de biogás. Instrumentación y control para monitoreo de parámetros (pH, temperatura, presión, caudal de biogás).

### Recurso Humano:



Ingenieros de procesos, técnicos operadores, personal de mantenimiento y especialistas en seguridad industrial.

### Servicios Básicos:



Suministro de agua, energía eléctrica, red de evacuación de líquidos y accesos logísticos adecuados.

## Pasos para la Implementación

1. **Estudio de Factibilidad:** Análisis de disponibilidad y caracterización de residuos orgánicos, estudio de mercado para el biogás y biofertilizantes, evaluación financiera.
2. **Diseño técnico:** Definición del tipo de biodigestor, balance energético, dimensionamiento de reactores y selección de equipos auxiliares.
3. **Licenciamiento ambiental y legal:** Elaboración de EIA y obtención de licencias según normativa nacional (AG 164-2021 y reformas).
4. **Construcción e instalación:** Montaje de obras civiles, reactores, sistemas de gas, digestato y control de emisiones.
5. **Capacitación y operación inicial:** Formación de operadores, pruebas piloto, ajustes de carga orgánica y optimización de parámetros.
6. **Monitoreo y Mejora Continua:** Implementación de sistemas de control, seguimiento de producción de biogás y calidad de biofertilizante.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Reducción de residuos orgánicos en vertederos.
  2. Mitigación de lixiviados y emisiones de metano.
  3. Contribución a metas de cambio climático.
2. **Energéticos:**
  1. Generación de biogás para electricidad, calor o biometano.
  2. Sustitución de combustibles fósiles
3. **Agronómicos:**
  1. Producción de biofertilizantes que mejoran la fertilidad del suelo y reducen el uso de agroquímicos.
4. **Sociales y económicos:**
  1. Creación de empleo especializado.
  2. Fortalecimiento de cadenas de valor, generación de ingresos por venta de energía y fertilizantes.

## Recomendaciones

1. **Suministro Estable:** Garantizar contratos de suministro estable de residuos orgánicos.
2. **Alianzas:** Establecer alianzas con municipalidades, agroindustrias y empresas generadoras de residuos.
3. **Seguridad:** Diseñar planes de seguridad y contingencia para el manejo de biogás.
4. **Certificaciones:** Coordinar con centros de acopio locales para garantizar materia prima constante.
5. **Buenas prácticas:** Promover certificaciones de calidad para el digestato y esquemas de comercialización de energía renovable.



### Costo aproximado de Inversión

Q40,000,000 – Q120,000,000

(dependiendo de la escala y el nivel de integración energética)



### Costo aproximado de mantenimiento

Q1,200,000 – Q6,000,000 / año



### Tiempo aproximado de implementación

18 a 36 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

# Planta de compostaje de mediana escala de hasta 20 toneladas diarias

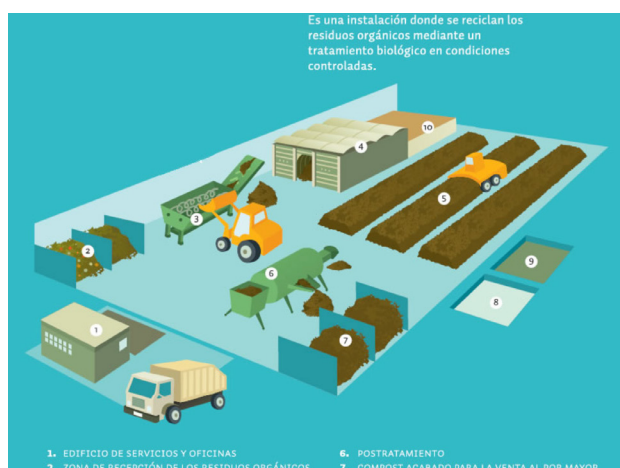


## Objetivo

Transformar los residuos sólidos orgánicos municipales en compost y lixiviados, mediante procesos controlados de trituración, aireación, inoculación y volteo reduciendo el volumen destinado a disposición final y aportando insumos agrícolas de calidad para la economía local.

## Descripción

Instalaciones para procesar hasta 20 toneladas diarias de residuos orgánicos mediante trituración, volteo y aireación. Generan compost y biofertilizantes líquidos de forma eficiente, reduciendo desechos y promoviendo la economía circular local.



## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** terreno nivelado con piso, drenajes y sistema de lixiviados, en área techada y ventilada y bascula para camiones.



**Equipamiento técnico:** banda transportadora, volteadora de compost, trituradora, retroexcavadora.



**Equipamiento de seguridad y operación:** equipo de protección personal, señalización y extintores, botiquín, termómetro, medidor humedad y pH.



**Recurso humano:** Operarios de planta, maquinistas, encargado operativo y personal de limpieza y mantenimiento.



**Servicios complementarios:** agua potable, energía eléctrica, internet y acceso a servicios sanitarios.



**Capacitación Inicial:** Manejo de residuos orgánicos, control de parámetros de compostaje, seguridad ocupacional y gestión de residuos peligrosos incidentales.

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Estimación de cantidad y tipo de residuos orgánicos disponibles
2. **Selección de sitio:** Evaluación ambiental y accesibilidad logística.
3. **Diseño técnico:** Dimensiones, tipo de compostaje y flujos operativos.
4. **Adquisición e instalación:** Compra de equipos y habilitación del área.
5. **Capacitación técnica y operativa:** Jornadas de formación y simulacros de operación
6. **Capacitación del personal:** Formación técnica en procesos de compostaje y monitoreo.
6. **Operación piloto:** Ensayos iniciales y validación del proceso.

## Beneficios

1. **Económicos:**
  1. Reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios
  2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero
2. **Sociales:**
  1. Generación de compost útil para agricultura urbana, viveros o áreas verdes municipales
3. **Ambientales:**
  1. Fortalecimiento de capacidades locales
  2. Promoción de una cultura de separación en origen

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Fortalecer las campañas y estrategia de educación ambiental para garantizar la adecuada clasificación de origen.
2. **Alianzas:** Establecer alianzas con MAGA, Agricultores locales, viveros o ONGs ambientales para vender el compost y lixiviados.
3. **Calidad:** Monitorear el % de separación de origen, proceso productivo y estructura física, química y microbiológica del fertilizante sólido y líquido.
4. **Campañas:** Promover campañas para que la comunidad utilice la tecnología ecológica generada y contribuya a una mayor separación adecuada.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q500,000 – Q2,160,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q210,000 – Q908,000/ año



**Tiempo aproximado de implementación**  
6 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

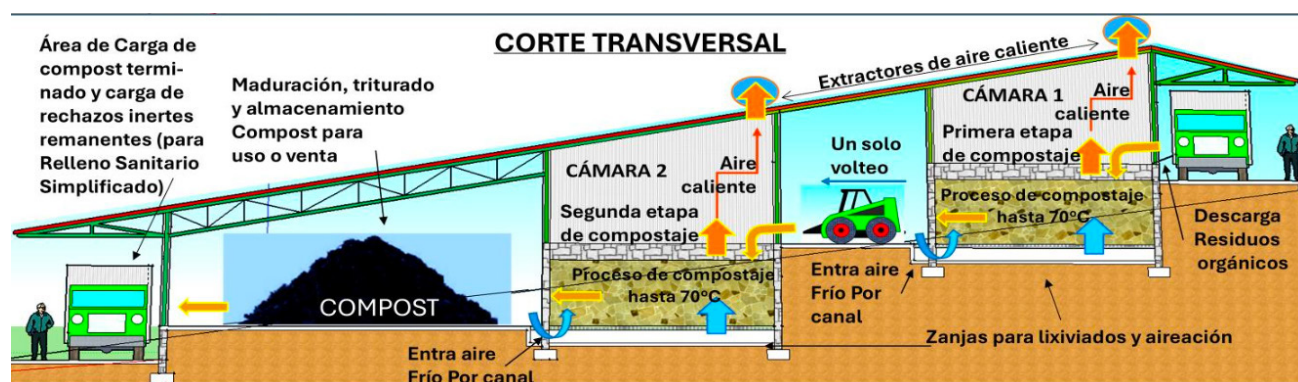
# Planta de Compostaje escala industrial de hasta 60 toneladas diarias

## Objetivo

Transformar los residuos sólidos orgánicos municipales en compost y lixiviados a mayor escala, mediante procesos mecanizados de trituración, aireación, inoculación y volteo, reduciendo significativamente el volumen destinado a disposición final y generando insumos agrícolas de calidad para fortalecer la economía local y regional.

## Descripción

Instalaciones con capacidad para procesar hasta 60 toneladas diarias de residuos orgánicos mediante equipos de trituración, volteo y aireación de mayor rendimiento. Producen altos volúmenes de compost y biofertilizantes líquidos, favoreciendo la gestión sostenible de desechos, el abastecimiento agrícola y la economía circular a nivel comunitario y regional.



## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Nave industrial con sistema de recolección de lixiviados, oficinas, baños y bascula para camiones.



**Equipamiento técnico:** banda transportadora, volteadora de compost, trituradora, retroexcavadora.



**Equipamiento de seguridad y operación:** equipo de protección personal, señalización y extintores, botiquín, termómetro, medidor humedad y pH.



**Recurso humano:** Operarios de planta, maquinistas, encargado operativo y personal de limpieza y mantenimiento.



**Servicios complementarios:** agua potable, energía eléctrica, internet y acceso a servicios sanitarios.



**Capacitación Inicial:** Manejo de residuos orgánicos, control de parámetros de compostaje, seguridad ocupacional y gestión de residuos peligrosos incidentales.

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Estimación de cantidad y tipo de residuos orgánicos disponibles.
2. **Selección de sitio:** Evaluación ambiental y accesibilidad logística.
3. **Diseño técnico:** Dimensiones, tipo de compostaje y flujos operativos.
4. **Adquisición e instalación:** Compra de equipos y habilitación del área
5. **Capacitación del personal:** Formación técnica en procesos de compostaje y monitoreo.
6. **Operación piloto:** Ensayos iniciales y validación del proceso.

## Beneficios

1. **Económicos:**
  1. Reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios
  2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero
2. **Sociales:**
  1. Generación de compost útil para agricultura urbana, viveros o áreas verdes municipales
3. **Ambientales:**
  1. Fortalecimiento de capacidades locales
  2. Promoción de una cultura de separación en origen

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Fortalecer las campañas y estrategia de educación ambiental para garantizar la adecuada clasificación de origen.
2. **Alianzas:** Establecer alianzas con MAGA, Agricultores locales, viveros o ONGs ambientales para vender el compost y lixiviados.
3. **Calidad:** Monitorear el % de separación de origen, proceso productivo y estructura física, química y microbiológica del fertilizante sólido y líquido.
4. **Campañas:** Promover campañas para que la comunidad utilice la tecnología ecológica generada y contribuya a una mayor separación adecuada.



### Costo aproximado de Inversión

Q2,160,000-Q6,910,000



### Costo aproximado de mantenimiento

Q907,000-Q2,900,000/ año



### Tiempo aproximado de implementación

1 año

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



## Infraestructura para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

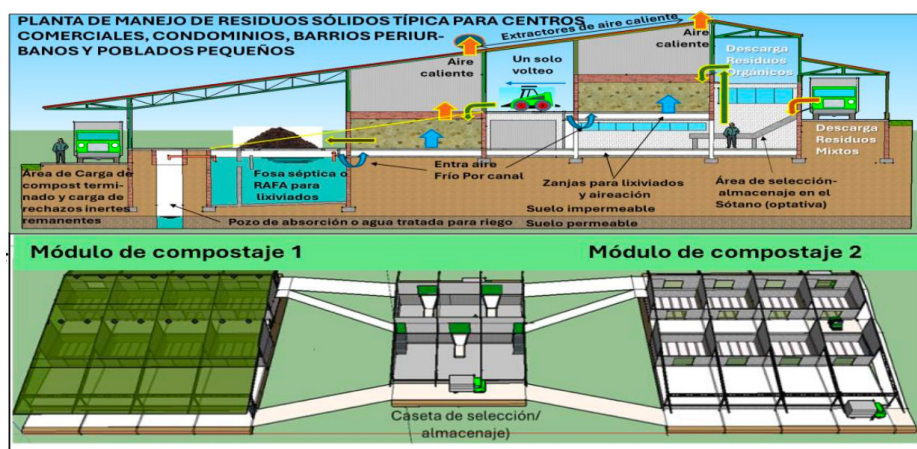
# Planta de Compostaje Municipalidad/ Mancomunitaria de más de 60 toneladas diarias

## Objetivo

Procesar grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos municipales y regionales mediante sistemas industriales de trituración, volteo mecanizado, inoculación y control automatizado, garantizando la reducción sustancial de desechos en disposición final y la producción sostenida de compost y biofertilizantes de alta calidad para el sector agrícola a gran escala.

## Descripción

Instalaciones industriales diseñadas para procesar más de 60 toneladas diarias de residuos orgánicos con tecnología mecanizada y sistemas avanzados. Permiten producción masiva de compost y lixiviados, optimizan eficiencia operativa y generan impacto directo en gestión regional de residuos, aportando beneficios ambientales, económicos y sociales a gran escala.



## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Nave industrial con sistema de recolección de lixiviados, oficinas, baños y bascula para camiones.



**Equipamiento técnico:** banda transportadora, volteadora de compost, trituradora, retroexcavadora.



**Equipamiento de seguridad y operación:** equipo de protección personal, señalización y extintores, botiquín, termómetro, medidor humedad y ph.



**Recurso humano:** Operarios de planta, maquinistas, encargado operativo y personal de limpieza y mantenimiento.



**Servicios complementarios:** agua potable, energía eléctrica, internet y acceso a servicios sanitarios.



**Capacitación Inicial:** Manejo de residuos orgánicos, control de parámetros de compostaje, seguridad ocupacional y gestión de residuos peligrosos incidentales.

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico inicial:** Estimación de cantidad y tipo de residuos orgánicos disponibles
2. **Selección de sitio:** Evaluación ambiental y accesibilidad logística
3. **Diseño técnico:** Dimensiones, tipo de compostaje y flujos operativos
4. **Adquisición e instalación:** Compra de equipos y habilitación del área.
5. **Capacitación del personal:** Formación técnica en procesos de compostaje y monitoreo
6. **Operación piloto:** Ensayos iniciales y validación del proceso.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios
  2. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero
2. **Productivos:**
  1. Generación de compost útil para agricultura urbana, viveros o áreas verdes municipales
3. **Sociales:**
  1. Fortalecimiento de capacidades locales
  2. Promoción de una cultura de separación en origen

## Recomendaciones

1. **Recolección:** Fortalecer las campañas y estrategia de educación ambiental para garantizar la adecuada clasificación de origen.
2. **Alianzas:** Establecer alianzas con MAGA, Agricultores locales, viveros o ONGs ambientales para vender el compost y lixiviados.
3. **Calidad:** Monitorear el % de separación de origen, proceso productivo y estructura física, química y microbiológica del fertilizante sólido y líquido.
4. **Campañas:** Promover campañas para que la comunidad utilice la tecnología ecológica generada y contribuya a una mayor separación adecuada.



### Costo aproximado de Inversión

Q6,910,000 - Q13,125,000



### Costo aproximado de mantenimiento

Q2,902,200 - Q5,510,000/año



### Tiempo aproximado de implementación

1 año

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno

## Tecnología para tratamiento de residuos y desechos sólidos comunes

# Sistemas integrales tecnologicos de compostaje lineal y volteadores continuos de 150 toneladas



COMPOSTAJE LINEAL TECNOLÓGICO (TRACTOR, VOLTEADORA Y SISTEMA DE PERCEPCIÓN CON MICRO ORGANISMOS LOCALES)



## Objetivo

acceder a compost de calidad y simplificar sus procesos de gestión de residuos

## Descripción

La máquina de reciclaje de residuos -5000 descompone todo tipo de residuos alimentarios en un entorno aeróbico / anaeróbico utilizando parámetros controlados como temperaturas, agitación y flujo de aire.

## Recursos Necesarios



**Infraestructura física:** Requiere un espacio mínimo, lo que lo hace ideal para uso urbano e industrial.



**Equipamiento técnico:** Incluye todos sus accesorios. No se requieren aditivos, ni agua.



**Equipamiento de seguridad y operación:** Equipo de seguridad industrial, medidos de pH, extintor, medidos de humedad.



**Recurso humano:** 3 a 5 operarios depende del modelo.



**Servicios complementarios:** Requiere electricidad y sistema de captación de agua.



**Capacitación Inicial:** Dentro de la oferta impartida por Ciclo Verde y servicio post venta continuo.

## Pasos para la Implementación

1. **Diagnóstico de residuos:** cuantificar toneladas diarias y tipo de orgánico para seleccionar el modelo adecuado.
2. **Adecuación del sitio:** preparar área amplia, con piso firme, drenaje y espacio para maniobra de maquinaria.
3. **Instalación del sistema:** colocar estructura, bandas, volteadores y conexiones eléctricas/agua según modelo.
4. **Configuración operativa:** establecer parámetros de aireación, volteo, temperatura y rutas internas de manejo.
5. **Capacitación del personal:** entrenar al equipo en seguridad industrial, control de parámetros y operación del volteador.
6. **Puesta en marcha y monitoreo:** iniciar carga continua, ajustar variables y verificar calidad del compost producido.

## Beneficios

1. **Ambientales y sanitarios:**
  1. reduce grandes volúmenes de residuos orgánicos enviados a vertederos
  2. produce compost estabilizado que mejora suelos y reduce emisiones
2. **Productivos:**
  1. permite procesar toneladas diarias con alta eficiencia
  2. genera compost comercializable para agricultura y áreas verdes
3. **Sociales:**
  1. mejora condiciones sanitarias en mercados, municipios e industrias crea empleo técnico-operativo local

## Recomendaciones

1. **Recolección:** garantizar residuos orgánicos sin plásticos, metales ni piedras
2. **Alianzas:** coordinar con municipalidades, agroindustrias y mercados de alto volumen
3. **Calidad:** controlar humedad, temperatura y volteo para un compost uniforme
4. **Campañas:** controlar humedad, temperatura y volteo para un compost uniforme



**Costo aproximado de Inversión**  
Desde \$10,000 hasta \$350,000 depende de modelo y capacidad



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q2,6800,000



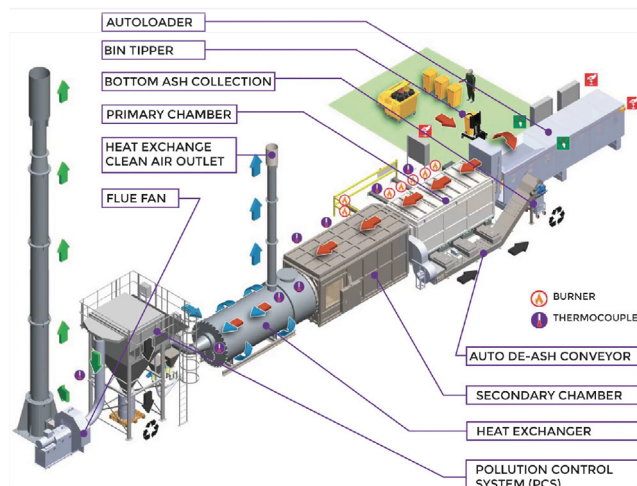
**Tiempo aproximado de implementación**  
60 a 90 días laborales

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



Tecnología para tratamiento de residuos  
y desechos sólidos comunes

## Incineradores controlados de residuos no reciclables 100 a 150 toneladas



### Objetivo

Reducir de forma significativa el volumen de residuos no reciclables mediante combustión controlada, con sistemas de filtrado de emisiones que minimicen el impacto ambiental y permitan un mejor control sanitario.

### Descripción

Son instalaciones térmicas que queman residuos sólidos urbanos en cámaras especializadas, utilizando filtros y tecnologías de control de emisiones para cumplir con normas ambientales. Están diseñados para tratar residuos no reciclables y en algunos casos permiten recuperar energía. Requieren alto control técnico, mantenimiento especializado y gestión adecuada de cenizas residuales.

### Recursos Necesarios



#### Insumos y operación:

Combustible auxiliar (diésel, gas, etc.) para alcanzar temperaturas mínimas. Operadores capacitados y personal de mantenimiento técnico. Equipos de protección personal y sistemas de seguridad.



**Otros insumos:** Plan para recolección y disposición adecuada de cenizas y escorias.



#### Componentes del sistema:

Cámara de combustión y sistema de alimentación de residuos. Filtros de partículas, lavadores de gases y sistemas de control de temperatura. Chimenea con monitoreo continuo de emisiones.



## Pasos para la Implementación

1. **Diseño del sistema:** Estudio técnico y ambiental. Selección del tipo de incinerador según volumen y composición de residuos.
2. **Adquisición del equipo:** Compra de tecnología certificada. Contratación de proveedor con experiencia en instalación y operación.
3. **Construcción de la Planta:** Obra civil e instalación de componentes técnicos. Integración del sistema de tratamiento de emisiones.
4. **Operación técnica:** Capacitación del personal. Pruebas de funcionamiento y protocolos de seguridad.

## Beneficios

1. **Ambientales y sanitarios:**
  1. Disminución de residuos destinados a vertederos
  2. Control de vectores y reducción de riesgos para la salud pública
2. **Energéticos:**
  1. Posibilidad de aprovechar el calor generado para energía eléctrica o vapor (en sistemas avanzados)
3. **Operativos:**
  1. Menor necesidad de espacio para disposición final
  2. Operación continua bajo condiciones controladas.

## Recomendaciones

1. **Monitoreo:** Implementar monitoreo ambiental continuo (emisiones atmosféricas, calidad del aire y cenizas).
2. **Gestión de cenizas:** Elaborar e implementar un plan de gestión para las cenizas y escorias generadas.
3. **Alternativas:** Evaluar alternativas de valorización energética para aumentar la eficiencia del sistema.
4. **Evaluación social:** Realizar evaluaciones sociales y ambientales previas para asegurar aceptación local.
5. **Priorizar:** Priorizar residuos no reciclables, evitando la quema de materiales aprovechables.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q4,000,000 - Q16,000,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q400,000 - Q3,100,000/año



**Tiempo aproximado de implementación**  
12 a 24 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno



# **Categoría 4:**

---

Infraestructura para  
disposición final de  
residuos y desechos  
sólidos comunes



## Infraestructura para disposición final de residuos y desechos sólidos comunes

# Rellenos Sanitarios con Geomembrana y Sistema de Lixiviados

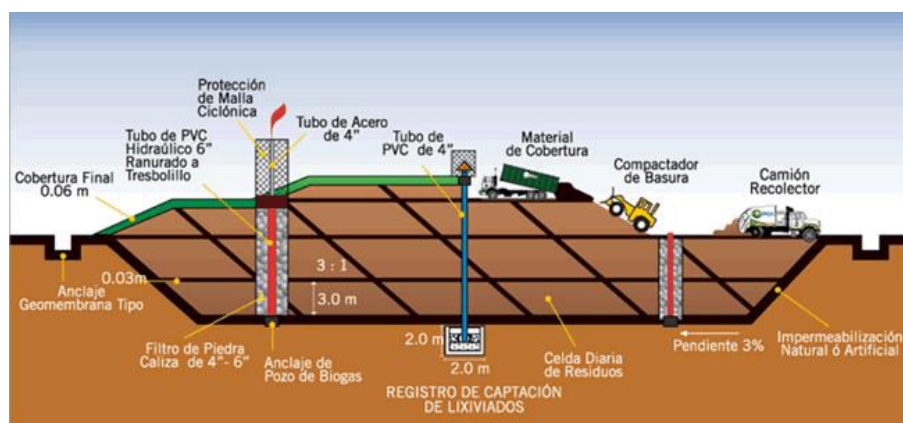


## Descripción

Infraestructura especializada para la disposición final de desechos, construida con geomembranas impermeables, capas de protección y sistemas de recolección de lixiviados y biogás. Su diseño busca evitar la contaminación del suelo, agua y aire, garantizando una operación técnica bajo normativa ambiental.

## Objetivo

Disponer los desechos sólidos comunes en condiciones controladas y seguras, reduciendo los impactos ambientales a través de sistemas de aislamiento, recolección de lixiviados y manejo de gases generados durante la descomposición.



## Recursos Necesarios



### Obra civil y componentes técnicos:

Geomembranas impermeables y material geotextil. Sistema de drenaje de lixiviados y captación de biogás (solo si hay orgánicos). Tuberías, válvulas y pozos de monitoreo.



**Gestión ambiental:** Monitoreo de aguas subterráneas, emisiones gaseosas y calidad del lixiviado. Registro y cumplimiento normativo.



### Maquinaria y operación:

Excavadoras, compactadoras, tractores y equipo pesado. Personal técnico especializado en operación y monitoreo.

## Pasos para la Implementación

1. **Estudios y planificación:** Evaluación de impacto ambiental (EIA). Estudios hidrogeológicos y topográficos.
2. **Diseño técnico y licenciamiento:** Plano de celdas, sistemas de control y rutas de acceso. Trámite de licencias ambientales y municipales.
3. **Construcción e instalación:** Preparación del terreno, colocación de capas y geomembranas. Instalación de sistemas de drenaje y pozos de monitoreo.
4. **Inicio de operaciones:** Recepción de residuos, compactación diaria y cobertura. Registro de datos y mantenimiento periódico.

## Beneficios

1. **Ambientales:**
  1. Prevención de filtraciones contaminantes al suelo y cuerpos de agua
  2. Reducción de emisiones incontroladas de gases
2. **Sanitarios:**
  1. Eliminación de focos de infección y vectores
  2. Disposición final segura conforme a normativa nacional e internacional
3. **Técnicos:**
  1. Captación de biogás con posibilidad de aprovechamiento energético
  2. Registro sistemático y trazabilidad del volumen de residuos dispuestos

## Recomendaciones

1. **Estaciones:** Incluir estaciones de monitoreo ambiental permanentes (agua, aire, gas y suelo).
2. **Plan de cierre:** Diseñar e implementar un plan de cierre técnico y post-cierre con mantenimiento prolongado.
3. **Gestión financiera:** Establecer mecanismos de gestión financiera para sostenibilidad operativa y futura ampliación.
4. **Educación:** Asegurar procesos de educación ciudadana para reducir la presión sobre el sitio.
5. **Transferencia:** Complementar con estaciones de transferencia, reciclaje o compostaje para alargar su vida útil.



**Costo aproximado de Inversión**  
Q12,000,000 - Q40,000,000



**Costo aproximado de mantenimiento**  
Q480,000 - Q960,000/año



**Tiempo aproximado de implementación**  
18 a 30 meses

\*Los costos no incluyen el espacio de terreno









Ministerio de  
**Ambiente y  
Recursos Naturales**

Síguenos en:



[www.marn.gob.gt](http://www.marn.gob.gt)