



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE ING CIVIL

# Catálogo de Manejo de Desechos

---

**AUTOR:**

Miguel Villegas

**SEMESTRE:**

Noveno "A"

**DOCENTE:**

Ing. Alfonso Arellano

**ASIGNATURA:**

Manejo de Desechos

**PERIODO:**

2024-2S

## CONTENIDO

<b>CARÁTULA.....</b>	<b>1</b>
<b>1. NORMA ECUATORIANA Y DE 2 PAÍSES MÁS, PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS – AGUILAR FERNANDO .....</b>	<b>9</b>
INTRODUCCIÓN.....	9
MARCO TEÓRICO .....	9
<i>Normativa Ecuatoriana</i> .....	10
<i>Normativa de Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos en España</i> .....	11
<i>Normativa de Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos en México</i> .....	12
<b>2. ALTERNATIVAS PARA LA PRE-RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO – SALAS NATHALY.....</b>	<b>13</b>
INTRODUCCIÓN.....	13
PROBLEMAS COMUNES DEL MAL MANEJO .....	14
ALTERNATIVAS PARA PRE-RECOLECCIÓN.....	16
EJEMPLOS DE ÉXITO .....	18
ACCIONES SUGERIDAS.....	19
ALMACENAMIENTO .....	21
<i>Recipientes de almacenamiento</i> .....	21
<i>Bolsas o sacos desechables</i> .....	21
<i>Contenedores con ruedas</i> .....	22
<i>Contenedores de gran capacidad</i> .....	22
CONTENEDORES PARA RECOGIDA SELECTIVA .....	23
<b>3. CONTENEDORES COMUNITARIOS PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS – GUAMÁN BRIGGITTE.....</b>	<b>23</b>
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) .....	23
CLASIFICACIÓN .....	24
<b>4. CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS ESPECIALES: CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS – CASPI DANNY.....</b>	<b>29</b>
RESIDUOS ESPECIALES .....	29
CLASIFICACIÓN .....	29
TIPOS DE CONTENEDORES .....	31
CATÁLOGO Y CARACTERÍSTICAS .....	31
<b>5. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN ENERGÍA – VILLACRÉS LUIS</b>	<b>35</b>
INTRODUCCIÓN.....	35
TECNOLOGÍAS PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	35
<i>Digestión Anaerobia</i> .....	35
<i>Biorrefinería</i> .....	36
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y APLICACIONES GLOBALES .....	37
<b>6. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA – CEVALLOS CÉSAR.....</b>	<b>38</b>
INTRODUCCIÓN.....	38
MARCO TEÓRICO .....	38
<i>Residuos Orgánicos</i> .....	38
<i>Compostaje</i> .....	38
<i>Lombricultura</i> .....	39

CONCLUSIÓN .....	39
<b>7. MATERIAL PARA EMBALAJE Y EMPAQUETAMIENTO – MACÍAS ERICK.....</b>	<b>40</b>
CONTEXTO DEL TEMA.....	40
IMPORTANCIA DEL MANEJO DE RESIDUOS.....	40
TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DE EMBALAJES Y EMPAQUETAMIENTO.....	40
ESTADÍSTICAS GLOBALES.....	41
<b>8. TIPOS DE POLÍMEROS PRESENTES EN LOS RSU – SALAZAR PAMELA .....</b>	<b>45</b>
POLÍMEROS .....	45
TIPOS DE POLÍMEROS .....	45
<b>9. RECICLAJE DE PILAS Y BATERÍAS – TELLO DAVID.....</b>	<b>49</b>
INTRODUCCIÓN.....	49
TIPOS DE BATERÍAS .....	49
PROCESOS Y TÉCNICAS DE RECICLAJE DE BATERÍAS .....	51
<b>10. EMPRESAS ECUATORIANAS QUE PRODUCEN BIOGAS Y ABONO – ANRANGO BELÉN.....</b>	<b>56</b>
GAS GREEN S.A. CON LA COLABORACIÓN DE EMGIRS – EP EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS .....	56
BENEFICIOS PARA LOS CLIENTES .....	57
CONCLUSIONES.....	61
<b>11. CAMIONES RECOLECTORES: TIPOS, ESPECIFICACIONES, RENDIMIENTOS – MOROCHO ROYER.....</b>	<b>61</b>
CAMIONES RECOLECTORES: TIPOS, ESPECIFICACIONES, RENDIMIENTOS .....	61
PARTES DE UN CAMIÓN .....	62
TIPOS DE CAMIONES .....	63
<b>12. BARREDORAS MECÁNICAS: TIPOS, CARACTERÍSTICAS, RENDIMIENTOS – CEVALLOS BRYAN .....</b>	<b>70</b>
DEFINICIÓN DE UNA BARREDORA MECÁNICA .....	70
TIPOS DE BARREDORAS MECÁNICAS. ....	70
BARREDORAS DE ARRASTRE.....	70
BARREDORAS DE ASPIRACIÓN. ....	71
BARREDORAS MECÁNICAS EN EL MERCADO .....	72
RENDIMIENTOS.....	76
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	78
<b>13. TIPOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS – CANDO JOSÉ .....</b>	<b>78</b>
INTRODUCCIÓN.....	78
MARCO TEÓRICO .....	79
ETAPAS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	79
LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS .....	80
PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO .....	82
TIPOS DE RELLENO SANITARIO .....	83
RELLENOS ESPECIALES .....	85
<b>14. DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS – CONDE ALEXANDER .....</b>	<b>86</b>
INTRODUCCIÓN.....	86
RELLENO SANITARIO .....	87

PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL RELLENO .....	88
PROCESO DE IMPERMEABILIZACIÓN .....	88
CONSTRUCCIÓN DE RELLENO SANITARIO .....	89
PERSONAL NECESARIO .....	90
<b>15. EQUIPO PESADO PARA RELLENOS SANITARIOS: BULLDOZER Y COMPACTADOR – VILLEGAS MIGUEL .....</b>	<b>91</b>
RELLENO SANITARIO .....	91
TIPOS DE RELLENO SANITARIO .....	91
<i>Relleno sanitario mecanizado</i> .....	91
<i>Relleno sanitario semi – mecanizado</i> .....	92
<i>Relleno sanitario manual</i> .....	92
CONSIDERACIONES DE UN RELLENO SANITARIO .....	92
EQUIPO PESADO PARA RELLENO SANITARIO BULLDOZER.....	92
<i>Clasificación de Bulldozer</i> .....	93
COMPACTADOR CON RUEDAS METÁLICAS.....	97
<b>16. EQUIPO PESADO PARA RELLENOS SANITARIOS: EXCAVADORA Y RETROEXCAVADORA – ESCUDERO JENNIFER .....</b>	<b>99</b>
INTRODUCCIÓN.....	99
RELLENO SANITARIO .....	100
EXCAVADORA.....	100
RETROEXCAVADORA .....	102
<b>17. GEOMEMBRANAS Y GEOTEXILES APLICADAS EN RELLENOS SANITARIOS – JARA OSCAR .....</b>	<b>106</b>
¿QUÉ SON LAS GEOMEMBRANAS? .....	106
TIPOS DE GEOMEMBRANAS UTILIZADO EN RELLENOS SANITARIOS.....	107
<i>Polietileno de alta densidad (HDPE)</i> .....	107
<i>Geomembrana bituminosa</i> .....	107
<i>Polietileno de baja densidad (LDPE)</i> .....	107
GEOTEXILES.....	108
TIPOS DE GEOTEXILES .....	108
<b>18. LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS Y TRATAMIENTO CONVENCIONAL – GETIAL STEVEN.....</b>	<b>109</b>
INTRODUCCIÓN.....	109
¿QUÉ SON LOS LIXIVIADOS?.....	110
COMPOSICIÓN DE LOS LIXIVIADOS .....	110
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE LIXIVIADOS .....	112
FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS PROPIEDADES DE UN LIXIVIADO .....	112
PROPIEDADES DE LOS LIXIVIADOS .....	113
TRATAMIENTOS CONVENCIONALES .....	114
<b>19. TRAMPAS DE GRASAS – YUGCHA CRISTIAN.....</b>	<b>115</b>
MANTENIMIENTO DE UNA TRAMPA DE GRASA .....	115
TIPOS DE TRAMPAS DE GRASA .....	116
¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE PRESENTA UNA TRAMPA DE GRASA? .....	117
<b>20. EQUIPOS DE TRITURACIÓN PARA RESIDUOS – LOJA JONATAN.....</b>	<b>118</b>
¿QUÉ SON EQUIPOS TRITURADORES?.....	118
TIPOS DE TRITURADORES Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	119
<b>21. INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS – VELASTEGUI DANIELA .....</b>	<b>124</b>

INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	124
PRINCIPALES OBJETIVOS.....	124
TIPOS DE INCINERADORES.....	124
PARTES DE UN INCINERADOR.....	127
PROCESO DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS.....	128
INCINERADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR.....	129
<b>22. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS – SAMANIEGO JORDI 129</b>	
TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.....	130
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>134</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Importancia de los residuos.....	10
Ilustración 2 Programas en España.....	11
Ilustración 3 información de la producción de residuos solidos.....	13
Ilustración 4 - Contenedores.....	13
<i>Ilustración 5 Gestión de Residuos.....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 6 Contaminación al ambiente.....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 7 Deficiencia en infraestructuras.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 8 Contenedores en mal Estado.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 9 Mala Separación de la Fuente.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 10 Pre-recolección.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 11 Compostaje.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 12 Biometanización.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 13 Fundaciones de Basura.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 14 Clasificación de Residuos.....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 15 Contenedores de buena calidad.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 16 Participación Ciudadana.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 17 Plan de Manejo de Residuos.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 18 Recipientes de almacenamiento.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 19 Bolsas o sacos desechables.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 20 Contenedores con ruedas.....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 21 Contenedores de gran capacidad.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 22 Contenedores para recogida selectiva.....</i>	<i>23</i>
Ilustración 23 - 23 Contenedores para recogida selectiva– CONTENUR.(CONTENUR, 2022) .....	26
Ilustración 24 - Dimensiones de contenedor carga Lateral.....	26
Ilustración 25 - Contenedor de carga trasera.....	27
Ilustración 26 - Contenedor de carga superior (Contenur Técnica, 2021).....	28
Ilustración 27 - Contenedores según el tipo de residuos.....	28
Ilustración 28 - Clasificación.....	30
Ilustración 29 -Clasificación general.....	30
Ilustración 30 - Clasificación de residuos CRIT.....	30
Ilustración 31 - Contenedores de aceites.....	31
Ilustración 32 -Contenedores para bacteria sanitaria.....	32

Ilustración 33 - Contenedores para biorresiduos. ....	32
Ilustración 34 - Contenedores de residuos radioactivos. ....	33
Ilustración 35 - Contenedores para residuos biológicos.....	33
Ilustración 36 - Contenedores para residuos cortopunzantes.....	34
Ilustración 37 - Proceso de conversión de residuos orgánicos en energía renovable. ....	36
Ilustración 38 - Polímeros reciclables. ....	47
Ilustración 39 - Pilas alcalinas.....	49
Ilustración 40 - Pilas de óxido de plata.....	49
Ilustración 41 - Pilas de plomo ácido.....	50
Ilustración 42 - Pilas de níquel hidruro metálico. ....	50
Ilustración 43 - Pilas de litio .....	51
Ilustración 44 - Pretratamiento mecánico de las baterías.....	51
Ilustración 45 - Pretratamiento térmico de las baterías.....	52
Ilustración 46 - Tratamiento Pirometalúrgico .....	52
Ilustración 47 - Tratamiento Hidrometalúrgico.....	52
Ilustración 48 - Tratamiento reciclaje directo .....	53
Ilustración 49 - Confinamiento de baterías .....	54
Ilustración 50 - Reciclaje de baterías en Japón.....	55
Ilustración 51 - Científicos suecos. ....	55
Ilustración 52 - EP Empresa pública metropolitana.....	56
Ilustración 53 - La Fabril. ....	57
Ilustración 54 - Pronaca.....	59
Ilustración 55 - Proceso de abono de pronaca .....	60
Ilustración 56 - Proceso de compost de pronaca .....	61
<i>Ilustración 57. Partes de un camión recolector.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 58. Camión carga trasera. ....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 59. Especificaciones técnicas de camión carga trasera. ....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 60. Camión recolector Ecónova.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 61. Dimensiones camión carga lateral.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 62. Camión recolector carga trasera.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 63. Camión recolector carga frontal.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 64. Camiones recolectores de desechos orgánicos. ....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 65. Camión recolector de desechos peligroso.....</i>	<i>69</i>
Ilustración 66 - Ejemplo de barredora mecánica.....	70
Ilustración 67 - Ejemplo de barredora de arrastre. ....	71
Ilustración 68 - Ejemplo de barredora de aspiración.....	72
Ilustración 69 - Dimensiones de la barredora BA 2300H “Piquersa”. ....	73
Ilustración 70 - Barredora BA 2300H “Piquersa”. ....	73
Ilustración 71 - Vista de la barredora modelo BA 2500AG. ....	74
Ilustración 72 - Dimensiones Barredora Dulevo 7500. ....	75
Ilustración 73 - Dimensiones Barredora Dulevo 850. ....	76
Ilustración 74 - Gestión integral de residuos sólidos. (ASM, 2024). ....	79
Ilustración 75 - Gestión de residuos sólidos. (Anon n.d.-b).....	80
Ilustración 76 - Botaderos. (La Prensa, 2022).....	80
Ilustración 77 - Vertederos.....	81
Ilustración 78 - Rellenos Sanitarios. (Formacionib, 2019). ....	81
Ilustración 79 - Rellenos Sanitarios en Chimborazo-Guano. (GADM GUANO, 2021).....	82
Ilustración 80 - Relleno Sanitario.....	83

Ilustración 81 - Relleno sanitario Semimecanizado .....	84
Ilustración 82 - Relleno sanitario manual .....	84
Ilustración 83 - Rellenos industriales.....	85
Ilustración 84 - Rellenos para escombros. (TOM, 2025).....	85
Ilustración 85 - Rellenos para residuos peligrosos. (Incinerox, 2021).....	86
Ilustración 86 - Selección del sitio .....	87
Ilustración 87 - Selección del sitio .....	88
Ilustración 88 - Supervisión .....	88
Ilustración 89 - Proceso de Impermeabilización.....	89
Ilustración 90 - Personal necesario .....	90
Ilustración 91 - Vehículos necesarios .....	90
Ilustración 92 - Balanza registradora .....	91
Ilustración 93 - Clasificación de Bulldozer .....	93
Ilustración 94 - Clasificación de Bulldozer con llantes. ....	94
Ilustración 95 - Ripper o escarificador .....	95
Ilustración 96 - Compactador con ruedas metálicas .....	97
Ilustración 97 - 1.1. Especificaciones técnicas de la compactadora .....	98
<i>Ilustración 98: Partes de la excavadora .....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 99: Funciones de la excavadora .....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 100: Partes de la retroexcavadora.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 101: Funciones de la retroexcavadora en rellenos sanitarios.....</i>	<i>104</i>
Ilustración 102. Geomembrana en Relleno Sanitario .....	106
Ilustración 103. Polietileno de alta densidad (HDPE) .....	107
Ilustración 104. Geomembrana Bituminosa .....	107
Ilustración 105. Polietileno de baja densidad (LDPE).....	108
Ilustración 106. Geotextil no tejido .....	109
Ilustración 107. Geotextil Tejido.....	109
<i>Ilustración 108. Lixiviado .....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 109. Materia Orgánica .....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 110. Metales Pesados.....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 111. Macrocomponentes orgánicos .....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 112. Compuestos Orgánicos Xenobióticos.....</i>	<i>112</i>
Ilustración 113 - Trampa de grasas .....	115
Ilustración 114 - Colector de grasas .....	117
Ilustración 115 - Trampa de Grasa mecánica .....	117
Ilustración 116 - Trama de Grasa de lodo.....	117
Ilustración 117 - Triturador lavaplatos. ....	119
Ilustración 118 - Triturador de plásticos.....	120
Ilustración 119 - Funda de neopreno elaborada a partir de botellas recicladas.....	120
Ilustración 120 - Trituradores para neumáticos. ....	121
Ilustración 121 - Polvo de caucho.....	121
Ilustración 122 - Trituradores de papel. ....	122
Ilustración 123 - Madera prensada. ....	123
Ilustración 124 - Trituradores de vidrio. ....	123
Ilustración 125 - Incineración de residuos sólidos.....	124
Ilustración 126 - Incinerador fijo uso del hogar.....	125
Ilustración 127 - Incineradores fijo gran escala. ....	126
Ilustración 128 - Incinerador móvil.....	127

Ilustración 129 - Residuos no aptos para incineración .....	127
Ilustración 130 - Partes de un incinerador. ....	128
Ilustración 131 - Estaciones de Transferencia .....	129
Ilustración 132 - Estaciones de Transferencia Directa .....	129
Ilustración 133 - Simulación .....	132
Ilustración 134 - Estación de transferencia Norte Quito .....	133
Ilustración 135 - Estación de transferencia Sur Quito .....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 Comparativa de Programas de Reciclaje .....	11
Tabla 3 - Beneficios/Desventajas.....	24
<i>Tabla 4. Especificaciones técnicas de camión recolector carga trasera. ....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 5. Especificaciones técnicas de camión recolector carga lateral. ....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 6. Especificaciones técnicas de camión recolector carga frontal. ....</i>	<i>67</i>
Tabla 7: <i>Modelo BA 2300H (Piquersa, 2024). ....</i>	<i>72</i>
Tabla 8: <i>Barredora modelo BA 2500 AG (Piquersa, 2024). ....</i>	<i>73</i>
Tabla 9: <i>Datos técnicos Dulevo 7500 (Dulevo, 2020). ....</i>	<i>74</i>
Tabla 10: <i>Datos técnicos Dulevo 850 (Dulevo, 2020). ....</i>	<i>75</i>
Tabla 11 - Rendimientos de las diferentes barredoras mecánicas en el mercado.....	77
<i>Tabla 12: Características de la excavadora Modelo 336-Tier 3 .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 13: Características de la retroexcavadora Modelo 416 .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 14. Características de los Lixiviados (Edad) .....</i>	<i>113</i>

## 1. NORMA ECUATORIANA Y DE 2 PAÍSES MÁS, PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS – AGUILAR FERNANDO

---

### **Introducción**

El manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos (RSU) es un desafío global que requiere la implementación de normativas específicas adaptadas a las necesidades y realidades de cada país. Estas normativas tienen como objetivo minimizar el impacto ambiental, proteger la salud pública y promover la sostenibilidad a través de la gestión eficiente de los residuos, desde su generación hasta su disposición final.

En este contexto, analizaremos las normativas relacionadas con los RSU en tres países: Ecuador, España y México. Cada uno de estos países ha desarrollado marcos legales y reglamentos orientados a regular la gestión integral de los residuos, incorporando prácticas como la separación en origen, el reciclaje y la disposición adecuada.

Ecuador, a través de su normativa nacional, promueve un enfoque integral en la gestión de residuos sólidos, estableciendo responsabilidades claras para los municipios y ciudadanos (Código Orgánico del Ambiente [COA], Asamblea Nacional del Ecuador, s.f.; Normativa de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s.f.). España, bajo el marco de la Unión Europea, sigue normativas avanzadas que priorizan la economía circular y la minimización de residuos, con metas ambiciosas de reciclaje y recuperación (Real Decreto 105/2008 sobre Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, Gobierno de España, 2008; Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una Economía Circular, Gobierno de España, 2022). México, con una vasta diversidad socioeconómica y geográfica, enfrenta desafíos únicos en la gestión de residuos, respaldados por leyes específicas que buscan mejorar la disposición y tratamiento de los mismos (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR], Congreso de la Unión, s.f.; Programa Basura Cero, SEMARNAT, s.f.).

Este análisis permitirá comprender los puntos clave de cada sistema normativo y los aprendizajes que pueden derivarse de las estrategias adoptadas en diferentes contextos.

### **Marco Teórico**

El manejo de residuos sólidos en zonas urbanas

- Una gestión inadecuada de los residuos puede generar problemas de salud
- Los residuos mal gestionados pueden contaminar el suelo, el aire y las fuentes de agua
- La adecuada gestión de residuos permite la recuperación de materiales reciclables, lo que puede generar ingresos económicos
- Una gestión eficiente, como el reciclaje y la valorización energética de los residuos, puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

### **Importancia de una normativa específica que regule los residuos**



*Ilustración 1 Importancia de los residuos*

## **Normativa Ecuatoriana**



Actualmente no existe una normativa establecida en nuestro país, sin embargo, la gestión de los desechos se basan en leyes y reglamentos:

### **Código Orgánico del Ambiente (COA)**

- Artículo 555: Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos
- Artículo 556: Obligaciones de los GADs (Gobiernos Autónomos Descentralizados)
- Artículo 557: Participación ciudadana
- Artículo 564: Disposición de residuos peligrosos

### **Normativa de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos**

incluye regulaciones específicas sobre cómo deben ser gestionados los desechos sólidos no peligrosos.

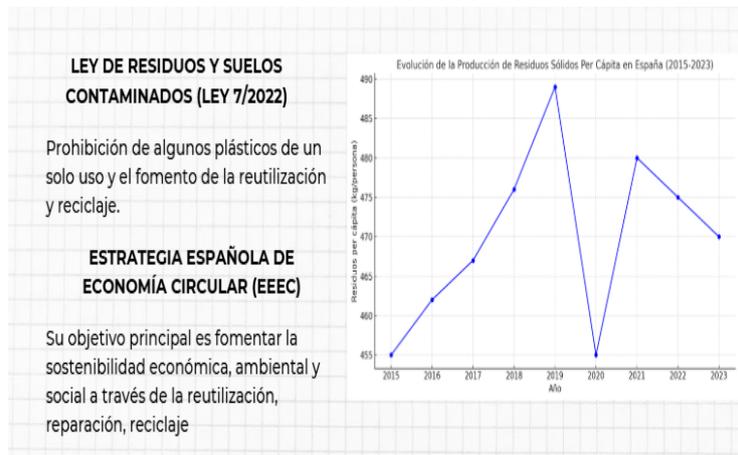
- Recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos.
- Tratamiento y disposición final de los desechos en rellenos sanitarios u otras instalaciones.
- Control de calidad ambiental para evitar la contaminación de suelos, aguas y aire durante la gestión de residuos.
- Monitoreo y fiscalización por parte de las autoridades competentes, como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

## Normativa de Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos en España



Incluye regulaciones específicas sobre cómo deben ser gestionados los residuos sólidos no peligrosos en todo el territorio español.

- Recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos según las directrices del Real Decreto 105/2008 y la Ley de Residuos y Suelos Contaminados (Ley 7/2022).
- Tratamiento y disposición final de los residuos en instalaciones autorizadas, con énfasis en la valorización de materiales y la reducción de residuos enviados a vertederos.
- Control de calidad ambiental mediante sistemas de monitoreo para evitar la contaminación del aire, agua y suelos. La normativa impone estrictas obligaciones para el tratamiento de lixiviados y gases de vertederos.
- Monitoreo y fiscalización por parte de las autoridades ambientales, como el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, con la colaboración de comunidades autónomas para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.



*Ilustración 2 Programas en España*

**Programas y políticas que han permitido reducir la producción de residuos per cápita a través de la mejora en la gestión de residuos establecidos en la normativa**

*Tabla 1 Comparativa de Programas de Reciclaje*

<b>Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR)</b>	<b>Programa de Separación en Origen y Recogida Selectiva</b>
---	--

	
<p>El consumidor paga un depósito al comprar una bebida en un envase retornable (plástico, vidrio, lata) y lo recupera al devolver el envase en un punto de recogida.</p>	<p>Separación en origen de los residuos, principalmente en la fracción de residuos orgánicos, papel/cartón, vidrio y envases ligeros.</p>

### Normativa de Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos en México



#### Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

- Separación de residuos en origen: Obliga a la separación de residuos en al menos orgánicos e inorgánicos.
- Jerarquía de residuos: Prioriza la prevención, la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje y la disposición final en ese orden.
- Responsabilidad compartida: Fomenta la corresponsabilidad entre las empresas que producen bienes de consumo y los ciudadanos.
- Planes de manejo de residuos especiales y peligrosos: Se implementan normativas más estrictas para estos tipos de residuos.

#### Programas y políticas que han permitido reducir la producción de residuos per cápita a través de la mejora en la gestión de residuos establecidos en la normativa

##### Programa Basura Cero

Reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos mediante el fomento del reciclaje

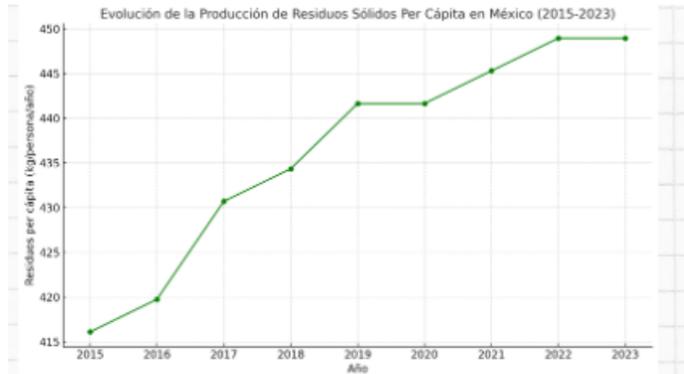


Ilustración 3 información de la producción de residuos solidos

#### Desventajas

- Falta de infraestructura adecuada
- Crecimiento urbano y demográfico
- Consumo de productos desechables
- Implementación deficiente de programas de reciclaje

## 2. ALTERNATIVAS PARA LA PRE-RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO – SALAS NATHALY

---

### Introducción

Garantizar un manejo adecuado de los desechos sólidos es crucial para mitigar el impacto ambiental, preservar los recursos y fomentar la sostenibilidad. La fase previa a la recolección y el almacenamiento de estos residuos desempeñan un papel esencial en este proceso, ya que son pasos fundamentales que afectan la eficacia y la eficiencia de toda la cadena de gestión de desechos. Sin embargo, con la creciente conciencia ambiental y la necesidad de reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos o incineradoras, ha surgido una mayor búsqueda de alternativas más innovadoras y sostenibles en estas primeras etapas de la gestión de desechos (Saidóna, 2019).



Ilustración 4 - Contenedores

Fuente: [Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y agenda 2030 en España](#)

La gestión adecuada de los residuos sólidos es esencial para reducir el impacto ambiental, conservar recursos y promover la sostenibilidad. La pre-recolección y el almacenamiento de residuos sólidos desempeñan un papel crucial en este proceso, ya que son etapas fundamentales que influyen en la eficiencia y efectividad de toda la cadena de gestión de residuos. Sin embargo, con la creciente conciencia ambiental y la necesidad de minimizar la cantidad de residuos que se envían a vertederos o incineradoras, se ha fomentado la búsqueda de alternativas más innovadoras y sostenibles en estas etapas iniciales de la gestión de residuos (Dra. Pillar Tello & Dra. Darci Campani, 2018).



*Ilustración 5 Gestión de Residuos*

Fuente: [Alternativas de solución para el manejo de residuos sólidos - Colombia Verde](#)

### **Problemas comunes del mal manejo**

#### **Contaminación al ambiente**

La mala gestión de los desechos puede ocasionar problemas de salud y deteriorar la calidad de vida de la comunidad.



*Ilustración 6 Contaminación al ambiente*

Fuente: [Las nefastas consecuencias de la contaminación por residuos - Reciclamos](#)

#### **Deficiencias en infraestructura**

Los contenedores tradicionales no tienen suficiente capacidad para la cantidad de desechos generados.



*Ilustración 7 Deficiencia en infraestructuras*

Fuente: [Deficiente Recolección de Desechos - OPRA](#)

### **Falta de educación ambiental**

Los contenedores convencionales no poseen la capacidad necesaria para manejar la cantidad de desechos producidos.

Conciencia y comportamiento del usuario.



*Ilustración 8 Contenedores en mal Estado*

Fuente: [La contenerización de basura registra problemas en Riobamba](#)

### **Ineficiencia en separación de residuos**

El sistema de recolección actual conlleva gastos operativos elevados y emite una cantidad innecesaria de carbono.

Una gran cantidad de ciudadanos no son conscientes de la importancia de la separación de desechos y el reciclaje.



*Ilustración 9 Mala Separación de la Fuente*

Fuente: [Separación de basura sí reduce daño ecológico | El Siglo de Torreón](#)

### **Alternativas para pre-recolección**

#### **Clasificación en la fuente**

La clasificación en la fuente implica separar los desechos en categorías específicas, como orgánicos, papel, vidrio, plástico, metales, entre otros, justo en el lugar donde se originan. Fomentar esta práctica facilita el reciclaje y garantiza una gestión adecuada de los residuos (Niezwida, S. R., Michalus, J. C., & Gavazzo, G. B, 2023)



*Ilustración 10 Pre-recoleccion*

Fuente: [Código de colores para la separación de residuos sólidos en el país: posibles inquietudes sobre la medida - Derecho del Medio Ambiente](#)

#### **Beneficios**

Las alternativas para la pre-recolección y almacenamiento ofrecen una amplia gama de beneficios, que incluyen mayor eficiencia mediante la automatización y la agilización de procesos, una precisión mejorada gracias al uso de tecnologías de seguimiento, optimización del espacio tanto físico como digital, acceso remoto a los datos, seguridad garantizada mediante tecnologías de encriptación y autenticación, transparencia y trazabilidad mejoradas, reducción de costos a largo plazo, toma de decisiones más

informada y basada en datos en tiempo real, conservación prolongada de productos agrícolas y alimentos, y contribución a prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Costa, 1991).

Trae grandes beneficios como:

- Menor Contaminación
- Reciclaje
- Compostaje

### **Compostaje**

Esta técnica consiste en la descomposición de materia orgánica para producir abono natural. Los residuos orgánicos, como restos de comida y jardinería, se colocan en un recipiente especial y se dejan descomponer durante un tiempo determinado (Soluciones, 2024).



*Ilustración 11 Compostaje*

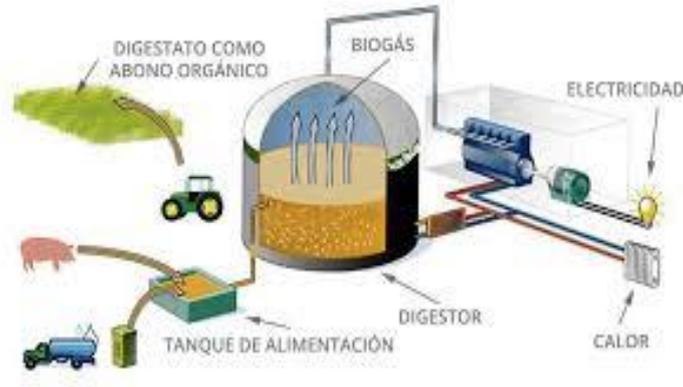
Fuente: [¿Cómo funciona el programa municipal de compostaje domiciliario en Vicente López? | Que Pasa Web](#)

### **Beneficios**

Reducción de la cantidad de desechos enviados a los vertederos y producción de fertilizantes naturales.

### **Biometanización de residuos**

Biometanización, también conocida como digestión anaerobia, es un proceso biológico que descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno, utilizando microorganismos para convertirla en biogás y un residuo sólido estabilizado. Este biogás es principalmente una mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), con otros gases en menor proporción, y se puede utilizar como combustible debido a su alto poder calorífico (Twenergy, 2024)



*Ilustración 12 Biometanización*

Fuente: <https://nemara.eu/biometanizacion-frente-compostaje/>

## Ejemplos de éxito

### 1. Capannori, Italia

- **Enfoque:** Capannori es conocido por su enfoque proactivo hacia la reducción de residuos. Desde la década de 2000, el municipio ha implementado políticas que promueven la reducción, reutilización y reciclaje de desechos.
- **Tasa de reciclaje:** Ha alcanzado tasas de reciclaje superiores al 50%, superando la media nacional. Esto se debe a programas de sensibilización y a la participación activa de los ciudadanos.
- **Compostaje:** Se han promovido iniciativas de compostaje, donde los residentes son incentivados a compostar sus residuos orgánicos. Esto no solo reduce la cantidad de basura, sino que también produce abono para jardines y huertos.
- **Educación y sensibilización:** La educación ambiental es clave. Se llevan a cabo talleres y campañas informativas para enseñar a los ciudadanos sobre la importancia de reducir residuos y reciclar correctamente.
- **Prohibición de productos desechables:** Capannori ha implementado restricciones sobre el uso de ciertos productos desechables, fomentando el uso de alternativas más sostenibles.



*Ilustración 13 Fundaciones de Basura*

Fuente: [Capannori, un ejemplo Basura Cero en La Toscana – Fundación Basura](#)





*Ilustración 15 Contenedores de buena calidad*

Fuente: [Construcción de áreas de contenedores de basura – CBS](#)

### **Participación ciudadana**

El éxito de estas alternativas depende de la colaboración activa de los ciudadanos.



shutterstock.com · 1650614038

*Ilustración 16 Participación Ciudadana*

Fuente: [Guía de participación ciudadana](#)

### **Regulaciones y políticas**

Es necesario establecer marcos legales y políticas que fomenten la adopción de estas alternativas en todo el país.



*Ilustración 17 Plan de Manejo de Residuos*

Fuente: [Plan de Manejo de Residuos Sólidos Perú minimización](#)

### **Almacenamiento**

Los residuos deben almacenarse en contenedores o bolsas apropiadas para evitar derrames, olores desagradables y la proliferación de plagas. Los contenedores también deben ser resistentes y fáciles de manejar.

### **Recipientes de almacenamiento**

Este ha sido una de las formas de recipiente más utilizado. Generalmente se fabrican de plástico o goma y están provistos de una tapa para evitar los malos olores y la proliferación de insectos.

Los recipientes de basura constituyen un producto económico y rústico, pero que exige una intervención manual.



*Ilustración 18 Recipientes de almacenamiento*

Fuente: [Aprendamos a manejar los residuos sólidos](#)

### **Bolsas o sacos desechables**

Suelen ser de plástico, y en algunos países de papel, y están provistos de una cinta para su cierre, con lo que se evita los malos olores y el derrame de residuos.



*Ilustración 19 Bolsas o sacos desechables*

Fuente: [Separación de Residuos - Bolsas Dulmar](#)

### **Contenedores con ruedas**

Es un tipo de recipiente de basuras de concepción y diseño original. Se fabrican en material plástico de alta resistencia.

La distribución y tamaño de estos contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, la frecuencia de recolección, los residuos que generan diariamente, entre otros. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario: que los camiones recolectores dispongan de equipo eleva-contenedores; facilitar el acceso a las zonas de almacenamiento de residuos en los edificios; y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de tales receptáculos. La capacidad de estos contenedores varía entre 120 y 1.100 litros (Rondón & Contreras, 2016).



*Ilustración 20 Contenedores con ruedas*

Fuente: [Contenedores con ruedas | Reko | Grupo Zuma](#)

### **Contenedores de gran capacidad**

Los contenedores pueden ser de tipo abierto o cerrado, y en ciertos casos están equipados con un sistema auto-compactador que permite reducir el volumen de los residuos en hasta dos tercios. Están fabricados con láminas de acero reforzadas por largueros del mismo material y cuentan con puntos de enganche tanto en la parte delantera como en la trasera, lo que facilita su carga en vehículos especiales equipados con elevadores como los de tipo "ampiroll" o "roll on-roll off". Debido a las características de estos vehículos, es necesario asegurar que tengan acceso a la plataforma donde se encuentran los contenedores.

Los contenedores abiertos son utilizados para la recolección de residuos voluminosos como somieres, electrodomésticos y muebles, así como escombros, embalajes y otros materiales diversos. Por otro lado, los contenedores cerrados, que incluyen un sistema auto-compactador, se emplean en grandes complejos residenciales, mercados y hospitales para la disposición de residuos ordinarios. Estos contenedores funcionan como pequeñas estaciones de transferencia, lo que reduce la cantidad de transportes necesarios hacia los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5 y 30 metros cúbicos (Solutions, 2021).



*Ilustración 21 Contenedores de gran capacidad*

Fuente: [Construcción de áreas de contenedores de basura – CBS](#)

### **Contenedores para recogida selectiva**

Existen contenedores de diversas capacidades y tipos, que van desde tambores de 200 litros hasta grandes contenedores fabricados específicamente para este fin. Estos últimos pueden tener distintas formas y suelen estar hechos de plástico de alta resistencia. Están diseñados para recibir exclusivamente un único tipo de residuo, como vidrio, latas, cartones, papeles o plásticos. Se instalan en centros de acopio distribuidos en ubicaciones estratégicas de la ciudad para facilitar la recolección selectiva de aquellos residuos que son valiosos para los procesos de recuperación.

El uso de estos contenedores contribuye a la recuperación de materias primas para la industria, a la reducción de residuos que deben ser tratados, a la eliminación de materiales no deseados y, en el caso de los residuos destinados al compostaje (Alicate, 2021).



*Ilustración 22 Contenedores para recogida selectiva*

Fuente: [Recogida selectiva de residuos sólidos urbanos | Ayuntamiento de Alicante](#)

### 3. CONTENEDORES COMUNITARIOS PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS – GUAMÁN BRIGGITTE

---

#### **Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Son los desechos que generamos cotidianamente en nuestros hogares, comercios, oficinas, mercados, restaurantes, vías públicas y otros espacios urbanos. Estos se clasifican en orgánicos como restos de alimentos y excedentes de comida, Inorgánicos como cartón, papel madera, plásticos y metales

Contenedores para residuos sólidos urbanos: son recipientes de gran capacidad diseñados para la recolección de basura en áreas públicas, como barrios, comunidades, y zonas urbanas con alta densidad poblacional. Estos contenedores facilitan la disposición temporal de residuos generados por los residentes y son parte del sistema de recolección de basura gestionado por los municipios o empresas de servicios públicos. Todo contenedor debería estar identificado con un código y georreferenciado. Además, Se debe llevar un control de ubicación y uso del contenedor, con esto se establece la frecuencia de recolección.(Ministerio del Ambiente, 2023)

*Tabla 2 - Beneficios/Desventajas*

Beneficios	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoran la higiene y limpieza en áreas públicas.</li> <li>• Reducen la acumulación de basura en lugares inadecuados.</li> <li>• Facilitan la segregación en origen cuando están diferenciados por tipos de residuos.</li> <li>• Optimizan los procesos de recolección y transporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden desbordarse si no se recolectan a tiempo.</li> <li>• Algunos usuarios depositan residuos no permitidos, como escombros o desechos peligrosos.</li> <li>• Requieren mantenimiento regular para evitar olores y plagas</li> </ul>

Para la ubicación de los contenedores se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Se determinará que el usuario no camine más de 100 m al contenedor más cercano
- Accesibles para su recolección desde el costado derecho, en el sentido del tránsito de la vía de circulación vehicular. Esto por cuanto el vehículo recolector posee su sistema de recolección al lado derecho. (De Estudios & Publicaciones, 2015)
- Los contenedores están ubicados en la calzada aproximadamente a unos 10 m, cerca de las esquinas, para evitar que sean maltratados al momento de los virajes de los vehículos;
- La ubicación de los contenedores en la calzada evita obstaculizar la movilidad de las personas, especialmente de aquellas con capacidades especial(De Estudios & Publicaciones, 2015)

### **Clasificación**

#### **Según el material**

La clasificación de contenedores comunitarios según el material con que están fabricados es crucial para determinar su durabilidad, funcionalidad y sostenibilidad. Los materiales más utilizados son plásticos, metal y, en menor medida, madera o compuestos híbridos. Cada material tiene características específicas que lo hacen adecuado para distintas condiciones de uso y tipos de residuos.

- **Plástico (HDPE o polietileno de alta densidad):** Es uno de los materiales más comunes debido a su ligereza, resistencia química y facilidad de manejo. Los contenedores de plástico son ideales para residuos ligeros y reciclables, ya que no reaccionan con sustancias corrosivas. Además, su fabricación es económica y permite la incorporación de colores para clasificar los residuos. Sin embargo, no son ideales para altas cargas o ambientes donde puedan estar expuestos a vandalismo o calor extremo, ya que pueden deformarse.(LIBRO VI ANEXO 6, n.d.)
- **Metal (acero galvanizado o aluminio):** Los contenedores metálicos son más resistentes y duraderos frente a condiciones extremas, siendo ideales para residuos pesados o peligrosos. Soportan altas temperaturas y son menos vulnerables al daño físico, lo que los hace apropiados para áreas públicas con alta actividad. Sin embargo, pueden ser más costosos y requieren mantenimiento para evitar la corrosión, especialmente en ambientes húmedos o expuestos a sustancias agresivas.(LIBRO VI ANEXO 6, n.d.)
- **Compuestos híbridos y madera:** Los compuestos híbridos combinan materiales como plástico reforzado y metal para equilibrar ligereza y resistencia. Aunque menos comunes, los contenedores de madera se utilizan en áreas rurales o para desechos orgánicos, ya que son biodegradables y visualmente estéticos. Sin embargo, su durabilidad es limitada en ambientes húmedos o urbanos, donde el desgaste es mayor(LIBRO VI ANEXO 6, n.d.)

## **Según su Sistema de recogida**

### **Papeleras**

Este tipo de contenedores son muy comunes tanto en las calles como en los parques, y podemos encontrarlos de muchos tamaños diferentes. Su función es posibilitar que los ciudadanos depositen residuos de tamaño menor en ellos y de este modo mantener una mayor limpieza viaria. Pueden ser papeleras urbanas para todo tipo de residuo (INEN 2841, 2014)

### **Carga lateral**

es un tipo de recipiente diseñado para optimizar el proceso de recolección de residuos mediante sistemas automatizados de camiones recolectores. Este diseño permite que el camión recolector utilice un brazo mecánico para levantar y vaciar el contenedor desde un costado, lo que reduce el tiempo de recolección y minimiza el contacto humano con los residuos.(CONTENUR, 2022)

- Se colocan en zonas accesibles para camiones de recolección con espacio suficiente para maniobrar el brazo lateral.

- Son ideales para avenidas, áreas residenciales de densidad media y parques, donde se requiere un flujo eficiente de residuos.

Capacidad	Peso	Altura de carga	Carga nominal
2400 L	135 kg	1280 mm	960kg



Ilustración 23 - 23 Contenedores para recogida selectiva- CONTENUR.(CONTENUR, 2022)

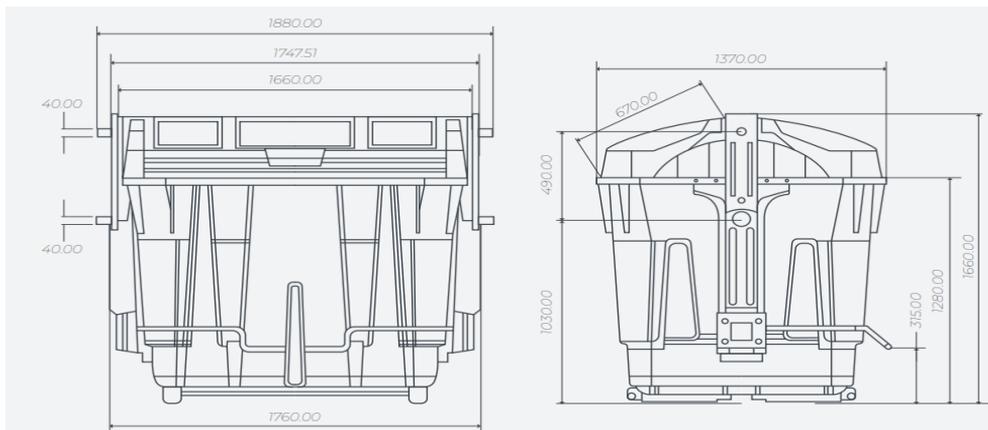


Ilustración 24 - Dimensiones de contenedor carga Lateral.

### Carga trasera

Contenedores diseñados específicamente para ser vaciados en camiones recolectores que operan con un sistema de elevación en la parte posterior. Este tipo de contenedor es común en áreas urbanas y rurales donde el espacio es limitado y se necesita un manejo más tradicional, pero aún eficiente, de los residuos sólidos. Puede ser manual o semi-automatizado, tiene un menor costo de adquisición.(CONTENUR, 2021)

- Están diseñados para trabajar con camiones recolectores de sistema trasero, donde los operarios manualmente enganchan y levantan el contenedor para vaciar su contenido en la tolva.
- Este sistema es ideal para áreas densamente pobladas o calles estrechas donde los camiones de carga lateral no pueden maniobrar. (CONTENUR, 2021)

Capacidad	Altura de carga	Carga nominal
1100 L	960 kg	440kg

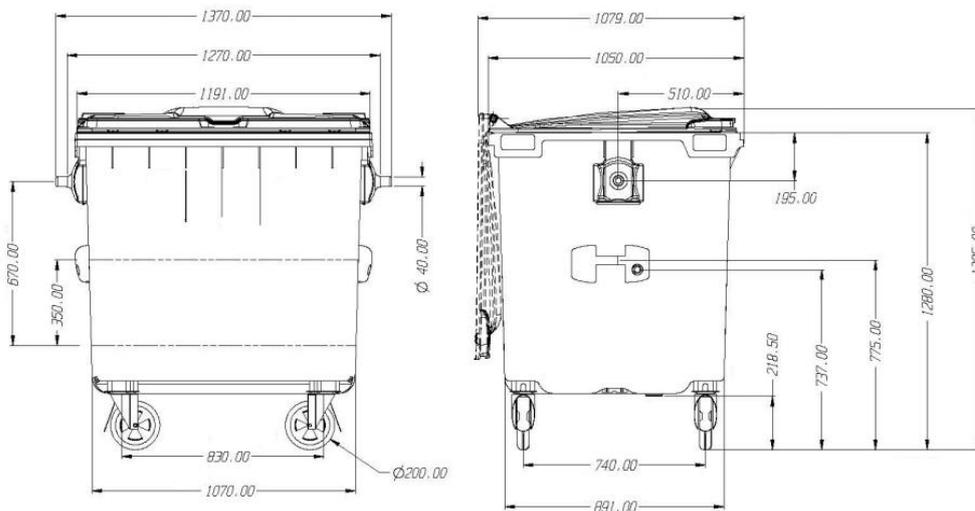


Ilustración 25 - Contenedor de carga trasera

### Carga superior

Mediante grúa tipo pluma

Capacidad	Dimensiones boca circular	Carga nominal
3000 L	2xØ200 mm 2xØ400 mm	1200kg

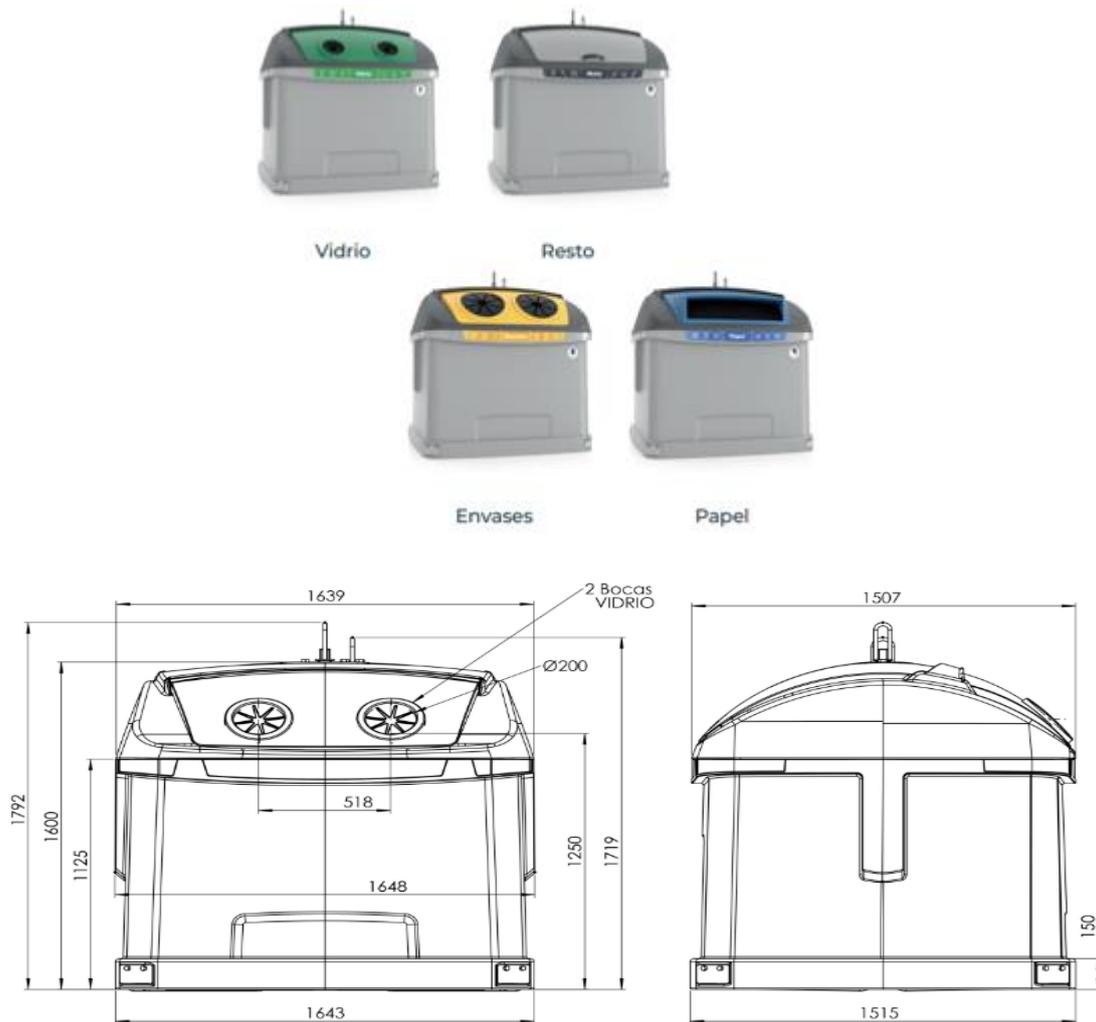


Ilustración 26 - Contenedor de carga superior (Contenur Técnica, 2021)

### Según el tipo de residuo



Ilustración 27 - Contenedores según el tipo de residuos.

Estos contenedores según su tipo de residuo se clasifican según la normativa **NTE INEN 2841: Gestión ambiental. estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.** (INEN 2841, 2014)

#### 4. CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS ESPECIALES: CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS – CASPI DANNY

---

##### **Residuos especiales**

##### **¿Qué son los residuos sólidos especiales?**

Son residuos que por su composición, cantidad y peligrosidad presentan riesgos y problemas para el medio ambiente y la salud humana (CertainTeed, 2015). Son aquellos residuos que contienen o pueden contener agentes patógenos en concentraciones o cantidades suficientes para causar enfermedad a un huésped susceptible. En esta categoría se incluyen los siguientes residuos: residuos radiactivos, residuos hospitalarios (Cultivos y Muestras Almacenadas; Residuos Patológicos; Sangre y Productos Derivados; Material Cortopunzante), residuos reactivos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos químicos, residuos de construcción y demolición, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

##### **¿Por qué se denominan contenedores especiales?**

Los contenedores para residuos especiales, también conocidos como contenedores para residuos sólidos especiales o contenedores para desechos especiales, son recipientes diseñados específicamente para la recolección, almacenamiento y transporte de residuos que presentan características particulares que los hacen peligrosos o requieren un manejo especial debido a su naturaleza o composición. Estos contenedores se utilizan para garantizar la seguridad de las personas, proteger el medio ambiente y cumplir con las regulaciones y normativas establecidas para la gestión de residuos especiales (Cortes. F,2019).

Los contenedores para residuos especiales están diseñados de manera específica para cada tipo de residuo. Pueden ser herméticos, a prueba de fugas y estar hechos de materiales resistentes que evitan la liberación de sustancias peligrosas. Además, suelen contar con etiquetado claro que indica la naturaleza del residuo y proporciona advertencias de manejo. Estos contenedores son esenciales para la gestión segura y adecuada de los residuos especiales, y su uso contribuye a prevenir la contaminación y proteger la salud pública y el entorno.

##### **Clasificación**

La norma ecuatoriana NTE INEN 2841 denominada “Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos requisitos”, realiza una clasificación general o específica utilizando únicamente los colores que se detallan a continuación:

TIPO DE RESDUO	COLOR DE RECIPIENTE		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO A DISPONER
Reciclables	Azul		Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).
No reciclables, no peligrosos.	Negro		Todo residuo no reciclable.
Orgánicos	Verde		Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B.
Especiales	Anaranjado		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Ilustración 28 - Clasificación.

Fuente: <https://www.manosverdes.co/como-usar-contenedores-de-reciclaje/>



Ilustración 29 -Clasificación general.

Fuente: <https://www.manosverdes.co/como-usar-contenedores-de-reciclaje/>



Ilustración 30 - Clasificación de residuos CRIT.

Fuente: <https://www.manosverdes.co/como-usar-contenedores-de-reciclaje/>

## Tipos de contenedores

### Contenedores de gran capacidad

Pueden ser abiertos o cerrados, y en algunos casos van equipados con equipo auto compactador que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos. Construidos con láminas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", también llamados "roll on-roll off", entre otros. Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

### Contenedores abiertos

Los contenedores abiertos sirven para depositar residuos voluminosos como: electrodomésticos, muebles, escombros, etc.

### Contenedores cerrados

Mientras que los contenedores cerrados, se utilizan en viviendas, mercados, hospitales, entre otros, para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia, reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento.

## Catálogo y Características

### Contenedores para aceite usado

Los contenedores para aceite usado son recipientes diseñados específicamente para la recolección, almacenamiento y transporte de aceite de cocina usado o aceite industrial usado. Estos contenedores son esenciales para la gestión adecuada de los residuos de aceite, ya que el vertido inadecuado de aceite usado puede tener un impacto negativo en el medio ambiente y en las redes de alcantarillado.



Ilustración 31 - Contenedores de aceites.

Fuente: [https://www.interempresas.net/Equipamiento Municipal/Articulos/509836-Contenedores-para-reciclaje-aceite-usado-Cervic-Environment-barrrios-rurales-Huesca.html](https://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/Articulos/509836-Contenedores-para-reciclaje-aceite-usado-Cervic-Environment-barrrios-rurales-Huesca.html)

### Contenedores para baterías usadas

La estructura presenta unos enganches para poder elevar el contenedor usando cadenas y también unos patines inferiores para su desplazamiento. Son fabricados de polietileno:



Ilustración 32 -Contenedores para bacteria sanitaria.

Fuente: [https://www.alquienvas.com/productos/18-baterias\\_usadas-916-57.html](https://www.alquienvas.com/productos/18-baterias_usadas-916-57.html)

### Contenedores para biorresiduos

Los biorresiduos son todos aquellos residuos biodegradables procedentes de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina de hogares, restaurantes, así como residuos procedentes de plantas de procesado de alimentos. Son tapados (para evitar olores) y herméticos (para evitar derrames).



Ilustración 33 - Contenedores para biorresiduos.

Fuente: <https://www.recytrans.com/blog/contenedores-de-residuos/>

### Contenedores para residuos radioactivos

Está compuesto de blindaje en plomo con exterior en acero al carbono granallado y acabado con pintura des contaminable, diseñada para mover con grúas o carretilla elevadora diseñado con ruedas.



Ilustración 34 - Contenedores de residuos radioactivos.

Fuente: <https://www.energias-renovables.com/panorama/68-contenedores-para-almacenar-los-residuos-radioactivos-20200324>

### Contenedores para residuos biológicos

Fabricado de polietileno de alta densidad y reúne las mal altas condiciones de fluidez, gran resistencia a golpes o roturas. Fabricado mediante el proceso de inyección, lo que permite producir el cuerpo de una sola pieza, sin partes remachadas, esto ayuda a evitar puntos de tensión o fragilidad que afecten su resistencia.



Ilustración 35 - Contenedores para residuos biológicos.

Fuente: <https://www.energias-renovables.com/panorama/68-contenedores-para-almacenar-los-residuos-radioactivos-20200324>

### Especificaciones

- Capacidad: 120 Lt
- Peso vacío: 10 Kg

- Medidas:
- Ancho: 47 cm
- Largo: 54 cm
- Alto: 94 cm

### Características

- Protección a rayos UV. Esto garantiza menos desgaste.
- Conformado de dos partes; cuerpo y tapa.
- Tapa levemente cóncava evitando retención de suciedad o de agua.
- Doble manija en la tapa para mejor uso en el vaciado o depósito.
- Cuerpo cónico con interior liso, esquinas redondeadas lo que evita la acumulación de residuos.
- 2 ruedas de 8", sujetas a un solo eje que le ayuda a un mejor traslado.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Fabricado bajo normas internacionales para trabajar con un sistema automatizado de recolección de residuos

### Contenedores para residuos cortopunzantes

Cumplen con todas las normas de seguridad se utilizan básicamente en la disposición de agujas y elementos cortopunzantes como agujas, lancetas, cuchillas, entre otros. Constan de un cuerpo, una tapa y una sub-tapa. contenedores para riesgo biológico, desechos peligrosos, guardianes, recipientes para desechos cortopunzantes (PROQUIMEC, 2022).



*Ilustración 36 - Contenedores para residuos cortopunzantes.*

*Fuente:* <https://tienda.proquimec.com/producto/ recipiente-para-desechos-cortopunzantes-5-lts/>

### Características

Los recipientes para residuos cortopunzantes son desechables y tendrán las siguientes características:

- Rígidos, en polipropileno de alta densidad u otro polímero que no contenga P.V.C.
- Resistentes a ruptura y perforación por elementos cortopunzantes.
- Con tapa ajustable o de rosca, de boca angosta, de tal forma que al cerrarse quede completamente hermético.
- Rotulados de acuerdo con la clase de residuo.
- Livianos y de capacidad no mayor a 2 litros.
- Tener una resistencia a punción cortadura superior a 12,5 newton
- Desechables y de paredes gruesas
- Su forma debe adecuarse a los soportes, para que al estar asegurados permitan el descarte adecuado de las agujas con la técnica de una sola mano.
- Los recipientes para residuos cortopunzantes deben permanecer en las respectivas áreas del generador ubicados de forma vertical, bien sujetos o fijados.
- Debe contar con una marca legible que indique cuando el recipiente está lleno hasta las  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad.

## 5. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN ENERGÍA – VILLACRÉS LUIS

---

### **Introducción**

La valorización de los residuos orgánicos para la producción de energía es una estrategia clave en la economía circular y la transición hacia fuentes sostenibles. Este enfoque busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático mediante la conversión de desechos orgánicos en biogás, biocombustibles y otros productos de valor agregado (CORDIS, 2015).

En el contexto actual, la generación de residuos orgánicos está en aumento debido a la expansión urbana y la producción agroindustrial. La descomposición de estos residuos en vertederos libera grandes cantidades de metano (CH<sub>4</sub>), un gas de efecto invernadero con un impacto significativo en el calentamiento global (Vázquez-Morillas et al., 2019). Para abordar esta problemática, se han desarrollado diversas tecnologías que permiten convertir estos residuos en energía útil.

### **Tecnologías para el Aprovechamiento Energético de Residuos Orgánicos**

#### **Digestión Anaerobia**

La digestión anaerobia es uno de los métodos más utilizados para la conversión de residuos orgánicos en biogás, compuesto principalmente por metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este proceso es ampliamente aplicado en plantas de tratamiento de aguas residuales y en el sector agroindustrial (CORDIS, 2015).



Ilustración 37 - Proceso de conversión de residuos orgánicos en energía renovable.

Fuente: INVDES, 2017.

### Ejemplos de Aplicación:

- En Europa, muchas ciudades han implementado digestores anaerobios para el tratamiento de residuos sólidos urbanos y la producción de biogás.
- En América Latina, países como Brasil y México han desarrollado proyectos de biogás para aprovechar estiércol y residuos agroindustriales (Espinosa, 2021).

### Biorrefinería

Las biorrefinerías permiten la conversión de residuos orgánicos en productos de alto valor agregado, como bioetanol, ácido láctico y ácido succínico. Proyectos como PERCAL en Europa han demostrado la viabilidad de este enfoque, utilizando residuos municipales como materia prima (CORDIS, 2015).

### Beneficios:

- Producción de bioplásticos y solventes a partir de residuos orgánicos.
- Reducción del impacto ambiental asociado al uso de derivados del petróleo.

### 2.3 Pirólisis y Gasificación

Estos procesos permiten la conversión térmica de residuos en ausencia de oxígeno, generando productos como bioaceite y biogás (Vázquez-Morillas et al., 2019).

### Diferencias Clave:

- **Pirólisis:** Se realiza en ausencia total de oxígeno y produce bioaceite y biochar.
- **Gasificación:** Ocurre en presencia de una pequeña cantidad de oxígeno, generando un gas de síntesis (syngas) utilizable como combustible.

### 2.4 Producción de Biocombustibles Líquidos

El biodiésel y el bioetanol se obtienen mediante fermentación y procesos químicos a partir de residuos agrícolas y aceites usados. Este tipo de biocombustibles se utilizan como alternativas a los combustibles fósiles en el sector del transporte (Espinosa, 2021).

## **Desarrollo Tecnológico y Aplicaciones Globales**

A nivel mundial, múltiples proyectos han impulsado el desarrollo de la bioenergía:

- **Europa:** Países como Alemania y España lideran la regulación y el desarrollo de bioenergía mediante directivas como RED II y planes nacionales de energía renovable (CORDIS, 2015).
- **América Latina:** Brasil y México han implementado plantas de biogás y promovido políticas para la bioenergía, aunque la regulación aún enfrenta desafíos (Espinosa, 2021).

## **4. Normativas y Políticas Públicas**

### **4.1 Unión Europea**

La UE ha establecido marcos regulatorios estrictos para fomentar la producción de biogás y biocombustibles, destacándose la Directiva RED II y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) de España (CORDIS, 2015).

### **4.2 América Latina**

Si bien algunos países han avanzado en regulaciones para la bioenergía, aún existen desafíos normativos y de infraestructura para su expansión (Espinosa, 2021).

## **5. Beneficios y Desafíos del Aprovechamiento Energético de Residuos**

### **5.1 Beneficios**

- **Reducción de Emisiones:** Disminución del metano emitido en vertederos y sustitución de combustibles fósiles.
- **Fomento de la Economía Circular:** Transformación de residuos en insumos para nuevos procesos productivos.
- **Independencia Energética:** Reducción de la dependencia de la importación de combustibles fósiles.

### **5.2 Desafíos**

- **Costos de Implementación:** La infraestructura para plantas de biogás y biorrefinerías requiere inversiones significativas.
- **Competencia con Cultivos Alimentarios:** La producción de biocombustibles puede generar presión sobre la disponibilidad de tierras agrícolas.

### **Introducción**

El aprovechamiento de residuos orgánicos a través del compostaje y la lombricultura se ha convertido en una práctica esencial para la gestión sostenible de desechos en un mundo que enfrenta crecientes desafíos ambientales. Con el aumento de la población y la urbanización, la generación de residuos orgánicos ha crecido significativamente, lo que plantea la necesidad de implementar estrategias que no solo reduzcan la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino que también transformen estos residuos en recursos valiosos. El compostaje convierte los residuos orgánicos en compost, un abono rico en nutrientes, mientras que la lombricultura utiliza lombrices para producir vermicompost, un fertilizante altamente nutritivo. Este informe tiene como objetivo proporcionar un marco comprensivo sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos, describiendo los procesos involucrados en el compostaje y la lombricultura, así como sus beneficios ambientales y económicos.

### **Marco teórico**

El aprovechamiento de residuos orgánicos a través del compostaje y la lombricultura es una práctica fundamental en la gestión de desechos, que no solo contribuye a la reducción de residuos, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y la salud del suelo. A continuación, se describen en detalle los procesos involucrados en cada técnica.

### **Residuos Orgánicos**

Los residuos orgánicos son aquellos que provienen de fuentes biológicas y son biodegradables. Incluyen restos de alimentos, residuos de jardinería, papel y cartón. Según la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA, 2020), aproximadamente el 30% de los residuos sólidos urbanos son orgánicos. La gestión inadecuada de estos residuos puede resultar en problemas ambientales, como la contaminación del suelo y el agua, así como la emisión de gases de efecto invernadero (GHG) como el metano (Zhang et al., 2013). Por lo tanto, el reciclaje y la reutilización de estos materiales son cruciales para mitigar su impacto ambiental.

### **Compostaje**

El compostaje es un proceso biológico que transforma los residuos orgánicos en compost a través de la descomposición aeróbica. Este proceso se puede dividir en varias etapas:

- **Fase Mesofílica:** En esta etapa inicial, los microorganismos mesofílicos, que prosperan a temperaturas moderadas (entre 20 y 40 °C), comienzan a descomponer la materia orgánica. Esta fase dura aproximadamente de 1 a 3 días y es crucial para iniciar el proceso de descomposición. Durante esta fase, se produce un aumento en la temperatura debido a la actividad microbiana (Hargreaves et al., 2008).
- **Fase Termofílica:** A medida que la actividad microbiana aumenta, la temperatura del compost puede elevarse entre 50 y 70 °C. Durante esta fase, que puede durar de varios días a semanas, los

microorganismos termofílicos descomponen la materia orgánica más resistente, como la celulosa y la lignina. Esta fase es esencial para eliminar patógenos y semillas de malezas, lo que mejora la seguridad del compost (FAO, 2018).

- **Fase de Maduración:** En esta etapa final, la temperatura comienza a disminuir y los microorganismos continúan descomponiendo la materia orgánica hasta que se alcanza un equilibrio. El resultado es un compost maduro, oscuro y rico en nutrientes, que puede ser utilizado como enmienda orgánica en suelos agrícolas y jardines (Miller et al., 2015). Durante esta fase, se produce una estabilización del material, lo que significa que el compost es menos reactivo y más seguro para su uso en la agricultura.

El compost no solo mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, sino que también promueve la actividad biológica y la fertilidad del suelo. Además, el compostaje contribuye a la reducción de residuos en vertederos y disminuye las emisiones de GHG, lo que lo convierte en una práctica ambientalmente sostenible (Miller et al., 2015).

### **Lombricultura**

La lombricultura, o vermicompostaje, es un proceso que utiliza lombrices, principalmente de la especie *Eisenia fetida*, para transformar residuos orgánicos en vermicompost. Este proceso se caracteriza por varias etapas:

- **Preparación del Sustrato:** Se seleccionan y preparan los residuos orgánicos, que pueden incluir restos de alimentos, papel y estiércol. Es importante que el sustrato esté libre de contaminantes y materiales no biodegradables (Edwards & Burrows, 1988). La proporción adecuada de carbono y nitrógeno en el sustrato es crucial para el éxito del proceso.
- **Introducción de las Lombrices:** Las lombrices se introducen en el sustrato preparado, donde comienzan a alimentarse de la materia orgánica. A medida que las lombrices digieren los residuos, producen un excremento rico en nutrientes conocido como vermicompost. Este proceso de digestión es altamente eficiente, ya que las lombrices pueden convertir hasta el 50% de su peso en vermicompost en un período de tiempo relativamente corto (Kale, 1998).
- **Mantenimiento del Sistema:** Durante el proceso, es fundamental mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación para asegurar la salud de las lombrices y la eficiencia del proceso. Las lombrices requieren un ambiente húmedo (alrededor del 70-80% de humedad) y aireado para prosperar (Bhat et al., 2018). La temperatura óptima para la actividad de las lombrices oscila entre 15

### **Conclusión**

Tanto el compostaje como la lombricultura contribuyen a la sostenibilidad ambiental al reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y al disminuir la dependencia de fertilizantes químicos. Estas prácticas también fomentan la educación ambiental y la participación comunitaria, ya que pueden ser

implementadas a nivel local y en entornos urbanos (Zhang et al., 2013). Además, el uso de abonos orgánicos mejora la calidad de los cultivos y puede contribuir a la seguridad alimentaria.

## 7. MATERIAL PARA EMBALAJE Y EMPAQUETAMIENTO – MACÍAS ERICK

---

### Contexto del Tema

- En las últimas décadas, la población mundial ha crecido de manera exponencial, alcanzando los 8 mil millones en 2022. Este aumento se traduce en mayor consumo de productos, que a su vez genera una gran cantidad de residuos.
- Un estudio de la *Banco Mundial* estima que la generación de residuos sólidos urbanos a nivel mundial alcanzará los 3.40 mil millones de toneladas para 2050, lo que representa un aumento del 70% en comparación con los niveles de 2016.
- Específicamente, el sector de embalajes es uno de los principales contribuyentes a este aumento, siendo responsable de aproximadamente el 30% del total de residuos sólidos generados.

### Importancia del Manejo de Residuos

- Un manejo inadecuado de residuos puede resultar en contaminación del suelo, agua y aire, y está relacionado con problemas de salud pública.
- Según la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, la exposición a la contaminación puede causar aproximadamente 7 millones de muertes prematuras al año en todo el mundo.
- La gestión de residuos sólidos también afecta a los ecosistemas. Por ejemplo, se estima que alrededor de 1 millón de aves marinas y 100,000 mamíferos marinos mueren cada año debido a la ingestión de plásticos y otras formas de contaminación.

### Tipos de Residuos Sólidos de Embalajes y empaquetamiento

- **Plástico:**
  - Representa una de las categorías más problemáticas debido a su durabilidad y resistencia a la degradación. Según la *World Economic Forum*, se estima que cerca de 8 millones de toneladas de plástico terminan en los océanos cada año.
  - Ejemplo: Envases de poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET) son comunes en productos de embalaje, pero son difíciles de reciclar en muchos lugares.
- **Cartón:**

- A menudo reciclable, pero su mal manejo puede llevar a la contaminación. Se estima que alrededor del 70% de los residuos de cartón en EE. UU. se reciclan, lo que representa un importante recurso para la industria del embalaje.
- Ejemplo: Las cajas de cartón utilizadas para el envío de productos electrónicos.
- **Metales:**
  - Incluyen latas de aluminio y acero. Son altamente reciclables y pueden ser reutilizados indefinidamente. La EPA informa que se recicla aproximadamente el 75% de todas las latas de aluminio.
  - Ejemplo: Latas de bebidas y envases de alimentos.
- **Vidrio:**
  - Un material que es 100% reciclable y no pierde calidad al ser reciclado. En muchos países, se recicla entre el 20% y el 70% de los envases de vidrio.
  - Ejemplo: Botellas de vidrio para bebidas y alimentos.

### **Estadísticas Globales**

- Según el *Informe Global de Gestión de Residuos de 2020*, se estima que el 40% de los residuos generados provienen de materiales de embalaje.

### **NORMATIVAS:**

#### **1. Directiva 94/62/CE (Unión Europea)**

- **Descripción:** Esta directiva se enfoca en la prevención de la producción de residuos de envases y su adecuado manejo, promoviendo el reciclaje y la reutilización.
- **Aspectos Clave:**
  - Establece objetivos de reciclaje y recuperación de materiales.
  - Fomenta la minimización del uso de envases y el uso de materiales reciclables.

#### **2. Ley de Residuos Sólidos (Estados Unidos)**

- **Descripción:** Aunque no existe una ley federal específica de residuos sólidos en EE. UU., cada estado tiene sus propias regulaciones sobre la gestión de residuos, incluidos los de embalaje.
- **Aspectos Clave:**
  - Algunas leyes estatales incluyen requisitos de reciclaje y responsabilidad extendida del productor para productos y empaques.
  - Ejemplo: La Ley de Residuos Sólidos de California, que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de envases.

### 3. Normativa de Envases y Embalajes (Chile)

- **Descripción:** La Ley 21.100 establece un sistema de responsabilidad extendida del productor para envases y embalajes.
- **Aspectos Clave:**
  - Obliga a los productores a hacerse cargo de la recolección y gestión de envases y embalajes al final de su vida útil.
  - Fomenta el reciclaje y la reducción de residuos.

#### EMPRESAS E INSTITUCIONES CON PROGRAMAS DE MANEJO DE DESECHOS DE EMBALAJE Y EMPAQUETAMIENTO

##### Empresas:

1. **Procter & Gamble (P&G):**
  - P&G tiene un fuerte enfoque en la sostenibilidad y ha establecido metas para reducir el uso de plástico en su embalaje, así como incrementar el reciclaje de sus productos.
2. **Unilever:**
  - Unilever se compromete a hacer que todos sus envases sean reciclables, reutilizables o compostables para 2025. También han implementado programas de reducción de envase.
3. **Coca-Cola:**
  - Coca-Cola ha lanzado su iniciativa "World Without Waste", que se enfoca en recoger y reciclar el equivalente al 100% de sus envases para 2030 y en utilizar un 50% de material reciclado en sus botellas para 2030.
4. **Nestlé:**
  - Nestlé tiene un compromiso con la sostenibilidad de sus envases, y se ha comprometido a que el 100% de sus envases sean reciclables o reutilizables para 2025.
5. **PepsiCo:**
  - PepsiCo ha establecido la meta de que el 100% de sus empaques sean reciclables, reutilizables o compostables para el año 2025 y está trabajando en la reducción de su huella de plástico.
6. **Samsung:**
  - Samsung ha trabajado en la reducción de residuos de empaquetado a través de iniciativas ecológicas, tanto en sus productos como en sus embalajes.
7. **IKEA:**

- IKEA se ha comprometido a utilizar materiales reciclados o renovables en todos sus productos y envases para 2030, promoviendo el reciclaje y la economía circular.

#### **Organizaciones e Instituciones:**

##### **1. Waste Management:**

- Waste Management es una empresa que ofrece soluciones integradas para la gestión de residuos y que trabaja con empresas para implementar programas de reciclaje y manejo de desechos.

##### **2. Environmental Protection Agency (EPA) - EE. UU.:**

- La EPA proporciona recursos y guías para ayudar a las empresas a desarrollar programas de gestión de residuos, incluidos los de embalaje.

##### **3. European Packaging Waste Directive:**

- Esta directiva europea establece un marco regulatorio para la gestión de residuos de envases, promoviendo el reciclaje y la minimización de residuos.

##### **4. The Ellen MacArthur Foundation:**

- Esta organización promueve la economía circular y trabaja con empresas y gobiernos para implementar prácticas sostenibles, incluyendo la gestión de envases.

##### **5. World Wildlife Fund (WWF):**

- WWF colabora con empresas para promover prácticas sostenibles en la gestión de embalajes y la reducción de plásticos.

##### **6. Global Packaging Waste Coalition:**

- Una iniciativa que reúne a múltiples stakeholders para abordar el problema global de los residuos de embalaje a través de la colaboración y la innovación.

#### **Programa de Gestión de Residuos de Embalajes de Procter & Gamble**

##### **Contexto**

Procter & Gamble (P&G) es una empresa multinacional de productos de consumo que ha impulsado un programa integral de gestión de residuos de embalaje en varias de sus plantas de producción, con un enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

##### **Descripción del Programa**

###### **1. Objetivo del Programa:**

- Reducir los desechos generados por el embalaje y empaquetado, maximizar el reciclaje y minimizar el impacto ambiental de los residuos de embalaje.

## **2. Recopilación de Datos:**

- P&G lleva a cabo auditorías de cero residuos en sus plantas, lo que implica la recopilación exhaustiva de datos sobre todos los tipos de residuos generados.
- Analizan específicamente la cantidad de residuos de embalaje producidos y su composición.

## **3. Clasificación de Desechos:**

- Los residuos de embalaje, como cartones, plásticos, y materiales compuestos, se clasifican en función de su tipo y reciclabilidad.
- La clasificación se lleva a cabo en el sitio para asegurar que los materiales reciclables sean separados adecuadamente de los que no lo son.

## **4. Colaboración con Proveedores de Reciclaje:**

- P&G colabora con empresas de reciclaje locales y proveedores de gestión de residuos para garantizar que los materiales reciclables sean enviados a instalaciones adecuadas.
- Establecen convenios que les permitan realizar un seguimiento de los residuos reciclados y asegurar que se procesen de manera efectiva.

## **5. Rediseño de Embalajes:**

- Para reducir la cantidad de residuos, P&G ha invertido en el rediseño de sus embalajes, utilizando materiales más livianos, reciclables o compostables.
- Implementación de innovaciones como el uso de envases de cartón en lugar de plástico, siempre que sea posible.

## **6. Educación y Capacitación:**

- P&G lleva a cabo programas de educación y capacitación para sus empleados sobre la importancia de la reducción de residuos y prácticas de reciclaje.
- Fomentan la participación de todo el personal en la separación de residuos y el manejo adecuado de los mismos.

## **7. Monitoreo y Reportes:**

- Se establece un sistema de seguimiento para medir el éxito del programa, incluyendo la cantidad de residuos de embalaje reciclados y reducidos.
- P&G informa públicamente sobre sus progresos en sostenibilidad, incluyendo funcionalidades de su programa de gestión de embalajes.

## **Resultados**

- Desde la implementación del programa, P&G ha logrado reducir significativamente la cantidad de residuos de embalaje enviados a vertederos, con una tasa de reciclaje que ha ido en aumento.
- El enfoque en el rediseño de productos ha ayudado a disminuir el volumen de embalajes innecesarios, contribuyendo a una visión más sostenible de sus operaciones.
- El programa ha servido como modelo para otras divisiones de la compañía y ha inspirado a las empresas del sector de bienes de consumo a adoptar prácticas similares.
- **Reducción de Plásticos Nuevos:**
  - Para 2030, P&G tiene como objetivo reducir el uso de plásticos vírgenes en sus productos en un 50%, lo cual representa aproximadamente 300,000 toneladas de plástico de un solo uso.
- **Reciclaje y Recuperación:**
  - A partir de 2021, P&G reportó que alrededor del 70% de sus instalaciones globales tienen sistemas de reciclaje efectivos. Esto ha permitido que se recicle cerca del 90% de los residuos generados en sus plantas de producción.

## 8. TIPOS DE POLÍMEROS PRESENTES EN LOS RSU – SALAZAR PAMELA

---

### **Polímeros**

Los polímeros son macromoléculas de origen sintético cuya unidad estructural es el monómero. Éste, mediante una reacción de polimerización, se repite un número elevado de veces formando la macromolécula. Para formar las macromoléculas se produce una reacción de polimerización en la cual el monómero se repite un número elevado de veces para formar una macromolécula.

Son compuestos de naturaleza orgánica, y en su composición intervienen fundamentalmente el Carbono y el Hidrógeno, además de otros elementos en menor proporción, como Oxígeno, Nitrógeno, Cloro, Azufre, Silicio, Fósforo, etc.

Se pueden obtener a partir de recursos naturales, renovables o no, aunque hay que precisar que todos los polímeros comerciales se obtienen a partir del petróleo.

Los polímeros son materiales no naturales obtenidos del petróleo por la industria mediante reacciones de síntesis, lo que les hace ser materiales muy resistentes y prácticamente inalterables.

Esta última característica hace que la Naturaleza no pueda por sí misma hacerlos desaparecer y permanezcan en los vertederos por largos periodos.

### **Tipos de polímeros**

#### **Termofijos**

Los polímeros termofijos no reblandecen ni fluyen por acción del calor, llegando a descomponer si la temperatura sigue subiendo. Por ello no se pueden moldear repetidas veces.

Entre los polímeros termofijos encontramos:

- **Resinas fenólicas** → son polímeros sintéticos ampliamente utilizadas en aplicaciones industriales gracias a su alta resistencia térmica, estabilidad dimensional, resistencia química y buenas propiedades mecánicas (Son comunes en industrias como la automotriz, la electrónica y la construcción, donde se utilizan para aislamientos eléctricos, adhesivos estructurales y como materiales compuestos)
- **Amino-resinas** → estas resinas son conocidas por su buena resistencia al calor, dureza y propiedades de adhesión, además de su baja toxicidad en comparación con otros tipos de resinas. (Se usan en Industria de la madera, laminados decorativos, Recubrimientos)
- **Resinas de poliéster** → son muy populares en la fabricación de materiales compuestos debido a su versatilidad, buena resistencia mecánica y bajo costo. Se utilizan en combinación con fibras de vidrio, fibras de carbono o materiales de refuerzo para crear laminados fuertes y ligeros (En la creación de piezas decorativas, moldes, y figuras de alta Resistencia)
- **Poliuretanos** → es un polímero versátil que puede presentarse en diversas formas, desde espumas flexibles y rígidas hasta recubrimientos, adhesivos y elastómeros (Común en muebles, colchones, y en la industria automotriz, debido a su capacidad para amortiguar y ofrecer comodidad)

### **Elastómeros**

Tienen sus cadenas enlazadas por fuertes enlaces covalentes. Su estructura les da gran facilidad de deformación por acción de una fuerza externa, y de recuperar inmediatamente el tamaño original al cesar ésta.

Entre ellos están:

- **Caucho natural y sintético** → El **caucho** es un material elástico y flexible que se utiliza ampliamente en la industria debido a su resistencia y propiedades de amortiguación. (utilizado en la fabricación de neumáticos, productos médicos (como guantes y condones), bandas elásticas, correas, y productos que requieren alta flexibilidad, El caucho sintético se utiliza en aplicaciones que requieren propiedades específicas, como en neumáticos, sellos, juntas, mangueras industrias)
- **Cauchos saturados** → los cauchos saturados son altamente resistentes a la oxidación, al ozono, a los agentes químicos y al calor, lo que los hace ideales para aplicaciones en condiciones exigentes. Los cauchos saturados se utilizan en sectores como la **industria automotriz** (sellos, juntas y mangueras), **construcción** (revestimientos y cubiertas impermeables), **electricidad y telecomunicaciones** (cubiertas de cables) y **industria química** (revestimientos de tanques, tuberías y sellos resistentes a productos químicos)

### **Termoplásticos**

Los polímeros termoplásticos tienen como característica esencial que se ablandan por acción del calor, llegando a fluir, y cuando baja la temperatura vuelven a ser sólidos y rígidos. Por esta razón pueden ser moldeados un elevado número de veces, lo que favorece su reciclabilidad.

Entre los polímeros termoplásticos se encuentran:

- Poliolefinas. Divididas a su vez en:
  1. PEBD (polietileno de baja densidad).
  2. PEAD (polietileno de alta densidad).
  3. PP (polipropileno).
- PVC (policloruro de vinilo).
- PS (poliestireno).
- PET (poli tereftalato de etileno)

Dentro de los plásticos son las poliolefinas con un 75%, las de mayor consumo, distribuidas del siguiente modo: un 31% el PEBD, un 28% el PEAD, un 15% el PP. El resto un 8% el PVC, un 7% el PS y un 7% el PET. El 2% corresponde a otros plásticos.

### Polímeros reciclables

Los códigos de identificación de resinas de plástico son un sistema estándar que clasifica los distintos tipos de plástico mediante números dentro de un triángulo de reciclaje. Estos códigos facilitan la identificación para el reciclaje y la correcta disposición de los plásticos.

Simbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
 PET	PET PolietilenoTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
 HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C.	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
 PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
 LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, traslucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
 PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, traslucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases para uso veterinario y farmacéutico.
 PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
 PS-E	PS-E Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil
 OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Ilustración 38 - Polímeros reciclables.

- **Pet:** Se emplea en botellas de bebidas como refrescos o agua, además de otros envases ligeros como paquetes de comida, botes de crema y otros usos farmacéuticos. Su segunda vida es habitualmente nuevas botellas, textiles para prendas de vestir, alfombras, maquetas, lonas y velas náuticas o hilos y cuerdas.

**Cómo reciclar PET:** A pesar de que no será necesario quitar las etiquetas o tapaderas de estos envases, sí es muy importante asegurarse de que su contenido se ha vaciado completamente, por lo que se recomienda enjuagar y secar estos tipos de plásticos antes de llevarlos al contenedor amarillo.

- **HPDE polietileno de alta densidad:** Se utiliza en numerosos envases no transparentes como botellas de leche, detergentes, paquetes de comida o de aceite para motores. Su uso tras el reciclado suele ser para nuevos envases, cajas, macetas, contenedores de basura, juguetes, tubos, piezas de mobiliario urbano y de jardín o nuevas botellas de detergente.

**Cómo reciclarlo:** lo más recomendable es que nos cercioremos de haber vaciado y lavado los envases de este tipo de plástico para garantizar un correcto reciclado (de nuevo, va en el contenedor amarillo).

- **PVC Policloruro de vinilo:** Empleado en tarjetas de crédito, tuberías y otros materiales de construcción, revestimiento de cables, pieles sintéticas y marcos de puertas y ventanas. Se puede reutilizar tras su reciclado en suelas para calzado, reglas, otros artículos para el hogar, muebles para exteriores y tubos para el riego

**Cómo reciclar PVC:** Al ser un tipo de plástico muy resistente, sus componentes químicos hacen que el PVC sea un plástico muy difícil de reciclar. A pesar de ello, es un tipo de material muy versátil que puede volver a utilizarse si se lleva al lugar adecuado para ser reciclado donde cuenten con la tecnología pertinente para tratar este tipo de plástico.

- **LPDE polietileno de baja densidad**

Con este tipo de plástico se elaboran el filme adhesivo, las bolsas de la compra, el plástico de burbujas, botellas más flexibles, bolsas de suero, ampollas flexibles o aislantes de cableado. Pueden convertirse en el mismo producto de origen en su reciclado, además de tener otros usos como muebles, macetas, tubos o membranas aislantes.

**Cómo reciclar LDPE:** ¡Ojo con el LDPE! Su baja densidad provoca que en muchas ocasiones contamine a otros materiales durante los procesos de reciclado y arruine la posibilidad de que tengan una segunda vida. Lo más recomendable es **separarlo de otros tipos de plástico** que sí se pueden reciclar más fácilmente y asegurarnos de dónde recogen en nuestra localidad estos plásticos.

- **Ps poliestireno:** Estos tipos de plásticos se encuentran en materiales térmicos como vasos para bebidas calientes, envases de yogures, cubiertos de plástico, hueveras, rellenos para embalaje, bandejas de comida, aislantes, piezas de electrodomésticos y juguetes. Su uso tras el reciclado suele ser como aislamientos térmicos, material de oficina, perchas, macetas o cubos de basura.

**Cómo poliestireno:** Este tipo de plástico ligero y durable puede llevarse al contenedor amarillo junto con otros plásticos ligeros, a pesar de que su reciclabilidad esté por debajo de otros como los tipos 1, 2 y 5.

Aunque este material no es muy versátil, sí que puede reutilizarse altamente para volver a crear piezas de poliestireno.

## 9. RECICLAJE DE PILAS Y BATERÍAS – TELLO DAVID

---

### Reciclaje de pilas y baterías

#### Introducción

Uno de los mayores desafíos en este ámbito es el manejo adecuado de pilas y baterías desechadas, debido a que contienen materiales altamente contaminantes, como metales pesados y sustancias químicas peligrosas, que cuando no se gestionan correctamente, estos residuos pueden liberar compuestos tóxicos que contaminan el suelo, el agua y el aire, afectando tanto el medio ambiente como la salud humana. El reciclaje de pilas y baterías no solo reduce los riesgos de contaminación, sino que también permite recuperar materiales valiosos como litio, plomo y cadmio, que pueden reutilizarse.

#### Tipos de baterías

##### 1. Pilas y baterías primarias (no recargables)

- **Pilas alcalinas:** Usadas en dispositivos comunes como controles remotos y linternas. No se pueden recargar.



Ilustración 39 - Pilas alcalinas.

- **Pilas de óxido de plata:** Estas pilas se encuentran en dispositivos electrónicos pequeños como relojes y sensores. Son de larga duración, pero no recargables.



Ilustración 40 - Pila de óxido de plata.

##### 2. Pilas y baterías secundarias (recargables)

- **Baterías de plomo-ácido:** Muy comunes en automóviles y sistemas de respaldo de energía. Son recargables y se utilizan en aplicaciones que requieren alta durabilidad y capacidad.



*Ilustración 41 - Pilas de plomo acido.*

- **Baterías de níquel-cadmio (NiCd):** Usadas en herramientas eléctricas, equipos médicos y electrónicos portátiles. Estas baterías son recargables, pero debido a su contenido de cadmio (un metal tóxico), su uso ha disminuido

*Imagen 4: Pilas de níquel cadmio*

- **Baterías de níquel-hidruro metálico (NiMH):** Se encuentran en dispositivos como cámaras y equipos electrónicos portátiles. Son recargables y más ecológicas que las de NiCd.



*Ilustración 42 - Pilas de níquel hidruro metálico.*

- **Baterías de litio recargables:** Se usan ampliamente en teléfonos, computadoras portátiles y otros dispositivos electrónicos de alta demanda. (Álvarez, 2024)



*Ilustración 43 - Pilas de litio*

## **Procesos y técnicas de reciclaje de baterías**

### **Pretratamiento**

#### **Pretratamiento mecánico**

Consiste en uno de los procedimientos con mejores resultados. Se realiza la descarga, trituración y separación de los elementos de la batería en base a un proceso de carácter mecánico. Actualmente, y gracias a su efectividad, es empleado en las diferentes técnicas de reciclaje como fase previa de preparación, sobre todo en relación a las técnicas hidrometalúrgicas.



*Ilustración 44 - Pretratamiento mecánico de las baterías.*

#### **Pretratamiento térmico**

Tal y como se deduce de su nombre, se basa en métodos de calor para el desarrollo de la actividad. En concreto, lo que se lleva a cabo son operaciones térmicas (destilación, pirólisis, termólisis, combustión) que pretenden eliminar o recuperar los componentes orgánicos de la batería. Con ello, no solo se logra un posterior tratamiento más seguro de los residuos resultantes, sino que también aumentan las posibilidades de recuperación de elementos como el electrolito o el aglutinante (según su naturaleza). Debido a su base térmica, estos procesos de pretratamiento suelen estar vinculados (aunque no de forma exclusiva) a las técnicas de reciclaje pirometalúrgicas.



*Ilustración 45 - Pretratamiento térmico de las baterías*

### **Tratamientos de reciclaje**

#### **Tratamiento pirometalúrgico**

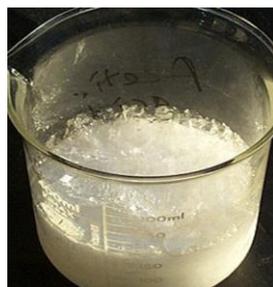
El tratamiento pirometalúrgico es una técnica que se emplea en el proceso de reciclaje de pilas. Con ella, se recuperan metales valiosos como el zinc, el cobre o el plomo. Lo que se hace aquí es triturar las pilas y someterlas luego a altas temperaturas en un horno para separar los metales de otros materiales.



*Ilustración 46 - Tratamiento Pirometalúrgico*

#### **Tratamiento hidrometalúrgico**

El tratamiento hidrometalúrgico también permite recuperar los metales valiosos de las pilas. En este caso, se separan los componentes de las pilas y se sumergen en una solución ácida que disuelve los metales. Más tarde, estos metales se recuperan mediante procesos químicos y se utilizan para fabricar nuevas pilas o con fines industriales.



*Ilustración 47 - Tratamiento Hidrometalúrgico*

#### **El reciclaje directo**

Una alternativa que cada vez cuenta con mayor interés y foco. Mediante esta vía, se busca reciclar la batería sin impactar en las propiedades del material activo del cátodo. Es decir, el proceso se basa en la separación selectiva de los materiales activos (sin romper su estructura cristalina) y la posterior restauración de sus propiedades iniciales. Todo ello, orientado a lograr una mayor eficiencia y rentabilidad en el proceso, además de minimizar el impacto medioambiental que sí plantean, por ejemplo, las rutas hidrometalúrgicas y pirometalúrgicas. (RETEMA, 2022)



*Ilustración 48 - Tratamiento reciclaje directo*

### **Normativas en Ecuador**

Existen normas específicas que regulan la gestión de desechos de baterías y pilas en nuestro país. Esto se debe a la conciencia creciente sobre el impacto ambiental de estos productos y la necesidad de manejarlos de manera responsable.

#### **Acuerdo Ministerial No. 022**

Este acuerdo establece que toda persona o entidad que gestione pilas usadas debe contar con la autorización de la autoridad ambiental competente. Además, detalla los procedimientos y requisitos para la gestión adecuada de estos residuos. (Ministerio del ambiente, 2012)

#### **RTE-105-1R**

Este reglamento técnico se enfoca en los requisitos de seguridad que deben cumplir las pilas y baterías, tanto primarias como secundarias. Su objetivo es proteger la salud de las personas y el medio ambiente. (INEN, 2016)

#### **Resolución N° 203 - NTE INEN 2 534**

Esta resolución oficializa de manera voluntaria una norma técnica que establece los requisitos para la disposición de pilas y baterías en desuso. Aunque es voluntaria, sienta las bases para una gestión responsable de estos residuos. (INEN, 2011)

### **Hallazgos a nivel nacional**

En la ciudad de Cuenca, la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA EP) implementa programas ambientales para la recolección y adecuada disposición de pilas y aceites usados, con el fin de mitigar su impacto negativo en el medio ambiente

## **Programa de Recolección de Pilas Usadas**

ETAPA EP ha establecido centros de acopio en puntos estratégicos del cantón Cuenca para la recolección de pilas en desuso. Estas pilas, al ser desechadas incorrectamente, pueden liberar sustancias tóxicas que contaminan el agua y el suelo. Una vez recolectadas, las pilas son estabilizadas químicamente y confinadas en botellas plásticas. Posteriormente, estas botellas se incorporan en esculturas de hormigón armado, denominadas monumentos ecológicos, que se ubican en lugares estratégicos de la ciudad, contribuyendo tanto al embellecimiento urbano como a la protección ambiental.



*Ilustración 49 - Confinamiento de baterías*

Para facilitar la participación ciudadana, ETAPA EP proporciona información sobre los puntos de recolección de aceites y pilas usadas más cercanos a la ubicación de los habitantes de Cuenca. Estos puntos están distribuidos estratégicamente en todo el cantón, promoviendo una adecuada conciencia ambiental y facilitando la correcta disposición de estos residuos. A través de estos programas, ETAPA EP busca fomentar la participación ciudadana en prácticas de reciclaje y manejo adecuado de residuos, contribuyendo al mejoramiento continuo de la calidad de vida y a la conservación de los recursos naturales en Cuenca. (ETAPA, 2023)

### **Hallazgos a nivel mundial**

En Japón y Suecia, se han realizado avances significativos en el reciclaje de pilas y baterías, enfocándose en la recuperación eficiente de materiales valiosos y en la implementación de tecnologías sostenibles.

#### **Japón**

Japón ha establecido sistemas robustos para la recolección y reciclaje de baterías recargables portátiles. La *Battery Association of Japan* coordina estos esfuerzos a nivel nacional a través del *Japan Portable Rechargeable Battery Recycling Center (JBRC)*, asegurando una gestión adecuada de estos residuos. (CEPAL, 2023)



*Ilustración 50 - Reciclaje de baterías en Japón*

## **Suecia**

Suecia ha destacado en la investigación y desarrollo de métodos avanzados para el reciclaje de baterías. Investigadores de la Universidad Tecnológica de Chalmers han desarrollado un método sostenible que permite recuperar hasta el 98% del litio de las baterías de vehículos eléctricos, lo que representa un avance significativo en la eficiencia del reciclaje de este metal crítico. (Residuos profesional, 2023)

Además, la empresa sueca Northvolt ha producido la primera batería fabricada completamente con metales reciclados, demostrando la viabilidad de un ciclo cerrado en la producción de baterías y reduciendo la dependencia de la extracción de nuevos recursos. (RETEMA, 2021)



*Ilustración 51 - Científicos suecos.*

Estos esfuerzos reflejan el compromiso de Japón y Suecia con la sostenibilidad y la innovación en la gestión de residuos de baterías, contribuyendo a la economía circular y a la reducción del impacto ambiental asociado con estos productos.

**Gas green S.A. con la colaboración de EMGIRS – EP Empresa pública metropolitana de gestión integral de residuos solidos**

Empresa del sector Medioambiental y de Energías Renovables no convencionales que forma parte de un Grupo Empresarial Español que, con actividades en Medio Ambiente, Energías Renovables y Forestal Maderero.

contribuye al compromiso por parte del Ecuador a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la comunidad internacional que tienen que desplegarse dentro del marco de la Agenda 2030



*Ilustración 52 - EP Empresa pública metropolitana*

Los vertederos El Inga de Gas green en Quito (Ecuador), ubicación, parroquia Pintag, provincia Pichincha, cantón Quito.

En los vertederos de Gasgreen en Quito (Ecuador), se puso en marcha un plan para instaurar una política eficaz de tratamiento de residuos sólidos que ayude a cumplir la visión de cero residuos de la empresa. De acuerdo con Santiago Andrade, el gerente de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP), la capital, Quito, producía unas 2.000 toneladas de basura al día, entre ellas 1.000 toneladas de materia orgánica que producían biogás durante la descomposición.

Y, como el gas de vertedero está compuesto en aproximadamente un 50% por metano, es más contaminante que el CO<sub>2</sub>. Estos factores llevaron a Gasgreen a buscar una solución de central energética que funcionara con gas de vertedero y que ofreciera una alta eficiencia eléctrica a gran altitud (2.850 metros sobre el nivel del mar), además de reducir la contaminación asociada al gas metano que se genera los vertederos. (*Alianza Estratégica Entre EMGIRS EP y GASGREEN: Gestión Sostenible de Biogás En Quito*, n.d.)

Hoy en día, la central energética genera 5 MW combinados de electricidad para abastecer a más de 25.000 hogares ecuatorianos y evitar la emisión al medioambiente de 26 millones de metros cúbicos de gas de vertedero. Al convertir el gas de vertedero renovable en energía, la central evita que 250.000 toneladas de CO2 ingresen a la atmósfera cada año, lo que equivale a eliminar la contaminación de CO2 provocada por 250.000 automóviles cada año<sup>2</sup>

### **Beneficios para los clientes**

Gasgreen se está beneficiando en gran medida de su central energética de gas de vertedero impulsada por Jenbacher:

- Desempeño demostrado con una fuente de energía renovable: gas de vertedero
- Alta disponibilidad en comparación con otras soluciones
- Excelente eficiencia de casi el 40 % funcionando con gas de vertedero, incluso a gran altitud
- Una solución más ecológica que evita hasta 250,000 toneladas de emisiones de CO2 al año<sup>2</sup>

### **La Fabril**

La planta de biomasa de **La Fabril** se encuentra ubicada en su complejo industrial principal en **Montecristi, Manabí**, cerca de Manta, en la costa ecuatoriana. Esta ubicación facilita el acceso a materias primas vegetales y a residuos agrícolas de la región, que son utilizados en el proceso de generación de energía. *(Planta de Biomasa La Fabril – Manta - SEDEMI, n.d.)*



*Ilustración 53 - La Fabril.*

### **Características de la Planta de Biomasa**

- **Capacidad de Biomasa:** La planta tiene una capacidad para procesar alrededor de **200 toneladas de biomasa diariamente**. Esto incluye residuos orgánicos derivados de sus procesos de producción de aceites y otros subproductos vegetales.
- **Extensión:** La planta de biomasa ocupa un área significativa dentro del complejo industrial, diseñada para albergar el biodigestor, áreas de almacenamiento de biomasa, y sistemas de recolección y tratamiento de biogás. Aunque no se conoce una cifra exacta de extensión en

hectáreas, ocupa una porción considerable del complejo debido a la infraestructura necesaria para almacenar y procesar grandes volúmenes de residuos.

#### **Producción de Biogás y Uso:**

- En su planta, La Fabril utiliza residuos orgánicos de la producción de aceites y otros productos para la generación de biogás.
- El biogás producido es captado mediante biodigestores, donde los residuos orgánicos son descompuestos por bacterias en un ambiente controlado.
- Este biogás es utilizado como fuente de energía térmica, principalmente para alimentar sus procesos de generación de vapor, lo cual reduce su dependencia de combustibles fósiles y disminuye sus costos de energía.

#### **Abastecimiento Energético Interno:**

- La energía generada a partir de biogás abastece un porcentaje significativo de las necesidades energéticas de la planta, especialmente en lo que respecta a la generación de calor y vapor, elementos fundamentales en los procesos de producción industrial.
- Esto permite a la empresa reducir su consumo de energía eléctrica externa y minimizar sus emisiones de carbono, contribuyendo a sus objetivos de sostenibilidad.

#### **Maquinaria Existente para el Proceso:**

- La Fabril cuenta con **biodigestores** de gran capacidad para el tratamiento de residuos orgánicos.
- También emplea **sistemas de recolección y almacenamiento de biogás**, así como **calderas adaptadas** que permiten aprovechar el biogás para generar energía térmica.
- Además, posee maquinaria para el tratamiento de residuos, incluyendo equipos de deshidratación y separación, que preparan los residuos para su descomposición.

#### **Usos de la Energía en la Producción:**

- La energía producida a partir del biogás se utiliza principalmente para alimentar procesos de calentamiento, cocción y generación de vapor dentro de la planta.
- Esto incluye actividades clave en la elaboración de aceites, grasas, jabones y otros productos, que requieren una fuente de calor constante.
- Además, el uso de esta energía reduce la huella de carbono de La Fabril y demuestra su compromiso con prácticas sostenibles en la industria ecuatoriana.

La planta de biomasa de La Fabril abastece aproximadamente un **25% de la energía** utilizada en sus procesos de producción. Esto representa una parte significativa de la demanda energética total de la empresa, permitiéndole reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y disminuir su impacto

ambiental (*LA FABRIL PONE EN FUNCIONAMIENTO NUEVO SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE*  
/ *La Fabril*, n.d.)

## **PRONACA**

La empresa ecuatoriana **Pronaca** produce compost y abonos orgánicos aprovechando los residuos orgánicos generados en sus plantas de procesamiento, principalmente los residuos agrícolas y excretas animales de sus instalaciones avícolas y porcinas. (PRONACA Convierte Más de 60,000 Toneladas de Residuos) A continuación, te detallo algunos aspectos clave sobre su producción de abonos y compost:



*Ilustración 54 - Pronaca*

### **1. Tipo de Abono y Compost Generado**

- Pronaca genera **abono orgánico** y **compost** a partir de desechos biodegradables, incluyendo residuos de granjas avícolas y porcinas.
- El compost es un abono estabilizado y madurado que mejora la estructura y fertilidad del suelo, mientras que el abono orgánico es rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.

### **2. Plantas de Producción y Ubicación**

- Las plantas de producción de abono y compost de Pronaca están ubicadas en diferentes zonas rurales de Ecuador, donde se encuentran sus principales centros de producción avícola y porcina.
- Estas instalaciones están estratégicamente ubicadas en provincias como **Pichincha**, **Cotopaxi**, y **Guayas**, lo que facilita el acceso a las fuentes de materia prima y reduce el costo de transporte de residuos orgánicos.

### **3. Uso del Compost y Abono**

- Pronaca utiliza una parte de su abono y compost en sus propios campos de producción agrícola para mejorar la fertilidad del suelo y asegurar una producción sostenible.
- También comercializa parte del compost y abono a agricultores locales y en el mercado nacional, promoviendo la agricultura sostenible y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos.

#### 4. Porcentaje de Abastecimiento Interno

- Aproximadamente un **70%** del abono y compost que necesita Pronaca para sus operaciones agrícolas proviene de su propia producción.
- Esta producción le permite cumplir con buena parte de sus necesidades internas de fertilización orgánica, reduciendo costos y promoviendo la sostenibilidad.

#### 5. Dependencia de Proveedores Externos

- Pronaca adquiere el **30% restante** de abono y compost de proveedores externos para satisfacer la totalidad de su demanda de fertilización.
- Esta adquisición complementaria le asegura suficiente abono orgánico para cumplir con sus objetivos de producción y fertilización en los campos que posee.

#### Impacto y Beneficios Ambientales

- Al convertir los residuos de sus operaciones en abono y compost, Pronaca reduce significativamente su impacto ambiental y contribuye a la economía circular.
- Este sistema permite reducir la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios y disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero, además de fomentar prácticas de agricultura regenerativa en Ecuador. (*Cultura Pronaca – Pronaca, n.d.*)

#### Proceso de abono de pronaca



Ilustración 55 - Proceso de abono de pronaca

## Proceso de compost de pronaca



Ilustración 56 - Proceso de compost de pronaca

### Conclusiones

La producción de biogás a partir de gases de vertedero y residuos orgánicos, junto con la creación de abonos y compost, representa una estrategia clave en la gestión sostenible de residuos. Al captar el metano emitido en vertederos, como el de El Inga, se aprovecha un recurso energético valioso y se reduce la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual contribuye a la mitigación del cambio climático. Este biogás puede usarse para generar energía, disminuyendo la dependencia de fuentes fósiles y beneficiando al entorno local.

Por otro lado, el compostaje de residuos orgánicos permite transformar materiales biodegradables en abonos de alta calidad. Empresas como Pronaca y otras en Ecuador emplean este compost para mejorar la fertilidad del suelo y reducir la necesidad de fertilizantes químicos. Este proceso es beneficioso no solo para la agricultura, sino también para el medio ambiente, ya que evita la acumulación de residuos en vertederos y reduce la contaminación del suelo y del agua.

En conclusión, el aprovechamiento integral de residuos para generar biogás, compost y abonos cierra el ciclo de los desechos orgánicos, promueve la economía circular y apoya el desarrollo sostenible al proporcionar soluciones energéticas y agrícolas amigables con el ambiente.

## 11. CAMIONES RECOLECTORES: TIPOS, ESPECIFICACIONES, RENDIMIENTOS – MOROCHO ROYER

---

### CAMIONES RECOLECTORES: TIPOS, ESPECIFICACIONES, RENDIMIENTOS

Los camiones recolectores son vehículos diseñados para recoger y transportar diferentes tipos de residuos, como residuos sólidos urbanos, residuos comerciales, residuos industriales, residuos orgánicos, entre otros. Estos camiones desempeñan un papel crucial en la gestión de residuos y la limpieza de áreas urbanas y rurales (ASECA, 2020).

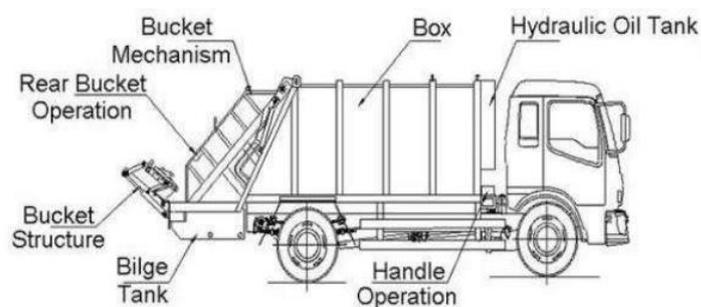
Suelen estar equipados de un mecanismo hidráulico para realizar la elevación del típico contenedor que suele haber en las calles y a su vez realizan el volcado del mismo para depositar la basura en la boca de carga. También puede ofrecer la función de comprimir los desechos para conseguir una mayor capacidad de almacenado(Camión de recogida de desechos, 2023).

Son muy comunes en áreas urbanas y también prestan servicio en las zonas rurales, si bien en estas últimas en la mayoría de los casos suelen emplear camiones tipo volquete.

### Partes de un camión

Estas son las partes comunes a todos los camiones, incluido el bastidor, el motor y las ruedas. Dado que un camión de basura está diseñado para transportar cargas pesadas cuando está lleno, todos estos elementos deben ser resistentes. La mayoría de los camiones de basura cuentan con motores diésel y transmisiones que permiten una gran cantidad de torque a bajas revoluciones. Esto significa una velocidad máxima limitada pero una mejor capacidad de transporte y durabilidad general. Los camiones de basura también cuentan con una cabina de algún tipo, en la que el conductor (y, en algunos casos, otros trabajadores de recolección de basura) pueden sentarse mientras el camión está en movimiento. La cabina contiene muchos de los controles del camión (Clvehicles, 2021).

- Chasis.
- Carrocería
- Cabina
- Motor
- Caja velocidades
- Suspensión
- Bandeja lixiviados



*Ilustración 57. Partes de un camión recolector.*

**Fuente:** <http://www.clw-camiones.com/garbage-truck/compactor-garbage-truck/isuzu-5-cbm-garbage-compactor-truck-waste.html>

### Marcas de camiones recolectores

- DAEWOO
- HINO
- IVECO
- bio-solution
- ECONOVO

### Tipos de camiones

- **Camiones compactadores de carga trasera:**

Estos camiones están equipados con un mecanismo de compactación en la parte trasera que comprime los residuos dentro del compartimento de carga. Son comunes en áreas urbanas densamente pobladas y son ideales para la recolección de basura doméstica. Vehículo normalmente utilizado para la recolección y transporte de residuos sólidos humanos domésticos o materiales reciclables, en el que la carga se realiza mediante contenedores o a mano (Patricia, 2018).



*Ilustración 58. Camión carga trasera.*

**Fuente:** <https://www.isuzuvehicles.com/es/product/isuzu-20-cbm-rear-loader-compactator-garbage-truck/>

MODELO ECO ANDRES 17/21

**Tabla 3.** Especificaciones técnicas de camión recolector carga trasera.

CARACTERÍSTICAS	
TIPO DE EJE	DOBLE

<b>CAPACIDAD DE CONTENEDOR</b>	15 – 21 m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN DE TOLVA</b>	2.5 m <sup>3</sup>
<b>CAPACIDAD DE TANQUE DE COMBUSTIBLES</b>	35 GALONES
<b>BANDEJA DE LIXIVIADOS</b>	80 Lt
<b>CICLO DE COMPACTACIÓN</b>	10 – 14 segundos
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL
<b>TIPO DE RECOLECCIÓN</b>	AUTOMOTIZADA Y MANUAL
<b>PRECIO</b>	\$220.000 Hasta \$300.000
<b>DENSIDAD DE COMPACTACIÓN</b>	400 kg/m <sup>3</sup>



*Ilustración 59. Especificaciones técnicas de camión carga trasera.*

**Fuente:** <https://www.econovousa.com/nosotros>



*Ilustración 60. Camión recolector Ecónova.*

Fuente: <https://www.econovousa.com/nosotros>

- **Camiones compactadores de carga lateral**

Estos camiones tienen un brazo hidráulico en el lateral que levanta los contenedores de basura y vacía su contenido en el compartimento de carga. Son ampliamente utilizados en áreas residenciales y comerciales donde los contenedores de basura se colocan en los bordes de las calles.

En los vehículos de carga lateral, los residuos se transfieren mecánicamente, por encima del borde de la tolva hasta el interior de la tolva. Después, un mecanismo de compactación transfiere y compacta los residuos de la tolva a la caja compactadora del VRR de carga lateral. Para descargar, se utiliza un mecanismo de expulsión (S.A.M., 2017).

ECONOVO

MODELO ECO AMS CL-1

*Tabla 4. Especificaciones técnicas de camión recolector carga lateral.*

CARACTERISTICAS	
TIPO DE EJE	DOBLE
CAPACIDAD DE CONTENEDOR	21 – 28 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE TOLVA	3.2 m <sup>3</sup>
CAPACIDAD DE TENQUE DE COMBUSTIBLES	40 GALONES

<b>CICLO DE COMPACTACION</b>	7 – 14 segundos
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL
<b>TIPO DE RECOLECCION</b>	AUTOMOTIZADA
<b>PRECIO</b>	\$280.000 Hasta \$350.000
<b>DENSIDAD DE COMPACTACION</b>	550 kg/m <sup>3</sup>
<b>FUERZA DE ELEVACION</b>	750 kg



*Ilustración 61. Dimensiones camión carga lateral.*

**Fuente:** chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bybltda.cl/ofertas/E\_Andres.pdf



*Ilustración 62. Camión recolector carga trasera.*

**Fuente:** chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bybltda.cl/ofertas/E\_Andres.pdf

**- Camiones recolectores de carga frontal**

Estos camiones tienen una horquilla frontal que levanta los contenedores de basura y los vuelca en el compartimento de carga. Son comunes en áreas industriales y comerciales donde se utilizan grandes contenedores de basura (Scorza, 2021).

Los recolectores de basura de carga frontal son camiones equipados con mecanismos especializados para su funcionamiento. Tienen la capacidad de recolectar toneladas de basura acumulándola de acuerdo con su sistema de carga.

**HEIL: DuraPack Half/Pack**

*Tabla 5. Especificaciones técnicas de camión recolector carga frontal.*

CARACTERISTICAS	
TIPO DE EJE	DOBLE
CAPACIDAD DE CONTENEDOR	22 –23-23-28-32 m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE TOLVA	10 m <sup>3</sup>

<b>CAPACIDAD DE TANQUE DE COMBUSTIBLES</b>	41 GALONES
<b>CICLO DE COMPACTACIÓN</b>	8– 12 segundos
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL
<b>TIPO DE RECOLECCIÓN</b>	AUTOMOTIZADA
<b>PRECIO</b>	\$280.000 Hasta \$350.000
<b>DENSIDAD DE COMPACTACIÓN</b>	550 kg/m <sup>3</sup>
<b>FUERZA DE ELEVACIÓN</b>	750 kg



*Ilustración 63. Camion recolector carga frontal.*

Fuente: <https://aseca.com/recolectores-de-carga-frontal/>

**- Camiones recolectores de residuos orgánicos**

Estos camiones están diseñados específicamente para recoger residuos orgánicos, como restos de comida y materiales compostables. Suelen estar equipados con sistemas sellados para minimizar olores y derrames.



*Ilustración 64. Camiones recolectores de desechos orgánicos.*

**Fuente:** <https://www.residuosprofesional.com/ferruz-nuevo-camion-basuras/>

#### - Camiones recolectores de residuos peligrosos

Estos camiones están diseñados para manejar y transportar residuos peligrosos, como productos químicos tóxicos o materiales contaminados. Cumplen con regulaciones específicas de seguridad y pueden tener características como sistemas de contención de líquidos y ventilación especial (ISSEGUR, 2019).

El camión debe tener compartimentos adecuados y seguros para contener los desechos peligrosos sin riesgo de fugas o derrames durante el transporte.

Debe contar con sistemas de seguridad adecuados, como sistemas de contención de derrames, sistemas de ventilación para evitar la acumulación de gases peligrosos y sistemas de extinción de incendios en caso de emergencia.

Todos los contenedores y compartimentos del camión deben estar claramente etiquetados y señalizados de acuerdo con las regulaciones pertinentes para identificar el tipo de desechos peligrosos que transportan.



*Ilustración 65. Camión recolector de desechos peligroso.*

**Fuente:** <https://www.workcompmodesto.com/blog/2021/11/como-mejorar-la-seguridad-de-los-recolectores-de-basura/>

### **Definición de una barredora mecánica**

El barrido mecánico es un procedimiento de limpieza realizado mediante una máquina autopropulsada conocida como auto barredora o barredora. Estas máquinas están equipadas con cepillos escarificadores que desprenden la suciedad adherida al pavimento y la canalizan hacia un sistema mecánico que la transporta a un depósito interno. Además, las barredoras mecánicas pueden limpiar cualquier superficie pavimentada, eliminando tanto residuos gruesos como partículas de polvo fino. Su sistema de recolección de residuos funciona a través de cepillos laterales que dirigen la suciedad hacia el centro de la máquina, donde un cepillo cilíndrico central la recoge y la deposita en una tolva. Este proceso permite una limpieza rápida y eficaz de diversas áreas urbanas (Aseca, 2019).



*Ilustración 66 - Ejemplo de barredora mecánica.*

*Fuente: <https://www.pngegg.com/es/search?q=barredoras>*

### **Tipos de barredoras mecánicas.**

- Barredoras de Arrastre
- Barredoras de Aspiración

### **Barredoras de Arrastre.**

Estas máquinas están diseñadas para adaptarse a diversas condiciones y se emplean principalmente en espacios exteriores como jardines, parques, pistas deportivas, aeropuertos y estaciones (Pavon, 2022). Sus características principales incluyen:

- Las barredoras de arrastre pueden almacenar más residuos que las barredoras de aspiración, lo que las hace ideales para zonas con altos niveles de suciedad (Pavon, 2022).
- Utilizan dos cepillos en la parte delantera que desprenden los residuos del suelo y los dirigen hacia el centro de la máquina para su recolección (Pavon, 2022).

- Incorporan un sistema de humectación en la parte frontal para reducir la dispersión de polvo durante la limpieza (Pavon, 2022).
- La pieza fundamental de estas barredoras es el cepillo trasero, que separa y lanza los residuos recolectados hacia arriba para su posterior recogida (Pavon, 2022).
- Los desechos recolectados son trasladados a una tolva de almacenamiento mediante una cinta transportadora. La tolva tiene una capacidad suficiente para minimizar interrupciones en la descarga de residuos (Pavon, 2022).
- Algunas barredoras de arrastre están montadas sobre un chasis autoportante, lo que les proporciona mayor estabilidad y resistencia durante su uso (Pavon, 2022).
- Pueden alcanzar velocidades de hasta 50 km/h, lo que les permite cubrir amplias áreas de manera rápida y eficiente (Pavon, 2022).



*Ilustración 67 - Ejemplo de barredora de arrastre.*

*Fuente: <https://www.pngegg.com/es/search?q=barredoras&page=5>*

### **Barredoras de Aspiración.**

Presente las siguientes características:

1. Uso en áreas con menor nivel de suciedad: Son ideales para superficies donde se requiere un acabado más preciso y una eliminación eficiente del polvo acumulado (Piquersa, 2022).
2. Recolección centralizada de residuos: Sus cepillos están diseñados para agrupar los desechos bajo la tolva de aspiración, optimizando su captura (Piquersa, 2022).
3. Potencial generación de polvo controlada: Aunque su funcionamiento puede provocar dispersión de polvo, el sistema de humectación y su uso en espacios menos contaminados minimizan este efecto (Piquersa, 2022).

4. Debido a su complejidad, estas máquinas necesitan un control y mantenimiento meticuloso. Las barredoras de aspiración tienen sistemas que regulan la altura de la boca de aspiración y evitan obstáculos que puedan dañarla (Piquersa, 2022).
5. Comparación con barredoras de arrastre: Las barredoras de aspiración pueden alcanzar velocidades de hasta 100 km/h, mientras que las de arrastre destacan por su mejor maniobrabilidad y menor radio de giro (Piquersa, 2022).
6. Descarga eficiente de residuos: Cuentan con la capacidad de vaciar los desechos en puntos intermedios de su recorrido, optimizando su rendimiento (Piquersa, 2022).



Ilustración 68 - Ejemplo de barredora de aspiración.

Fuente: <https://www.piquersa.es/noticia/piquersa-presenta-su-nueva-barredora-de-aspiracion/>

## Barredoras mecánicas en el mercado

### Barredoras tipo Arrastre:

Tabla 6: Modelo BA 2300H (Piquersa, 2024).

Características	Datos Técnicos
-Sistema de agua incorporado	-Motor: Kubota. Potencia 35 C.V
-Utiliza mínima cantidad de agua y combustible (3.5 l/h).	-Combustible. Diesel
-No tiene turbinas de aspiración.	-Velocidad de desplazamiento: 24.5 Km/h
-Disminución de emisión sonora y polvo.	-Equipo de barrido: Arrastre continuo
	-Modos de trabajo: semiautomática y automática ajustable.

- Recoger grandes cantidades de arena u objetos voluminosos.
- Cuenta con un aspirador manual.
- Tolva: 2.000 L o 2 m<sup>3</sup>
- Ancho de barrido: 2300 mm
- Cepillos: 2 laterales
- Deposito agua: 210 L (acero inoxidable)
- Carga máxima: 1750 Kg

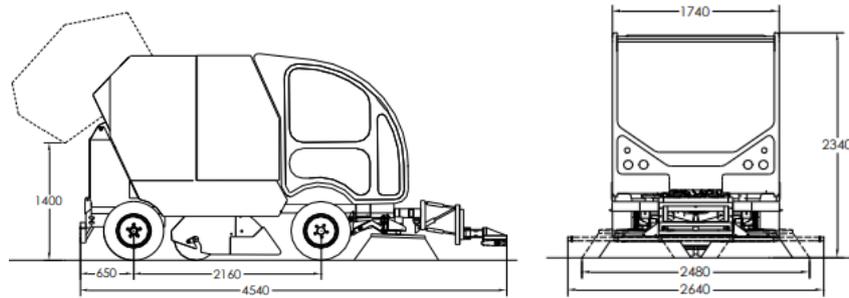


Ilustración 69 - Dimensiones de la barredora BA 2300H "Piquersa".



Ilustración 70 - Barredora BA 2300H "Piquersa".

**Tabla 7:** Barredora modelo BA 2500 AG (Piquersa, 2024).

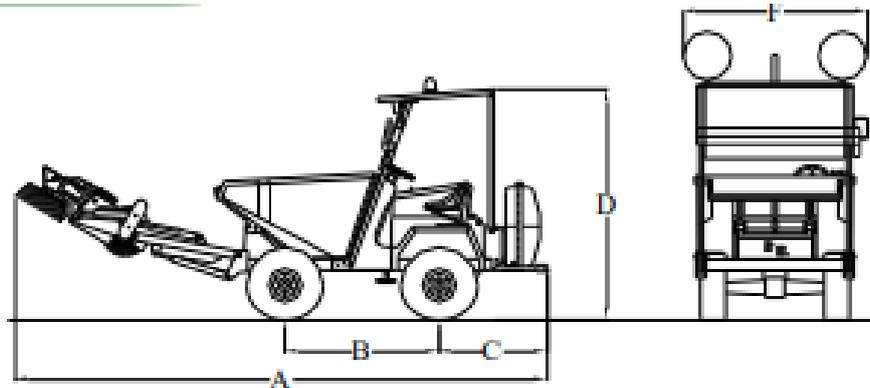
Características	Datos Técnicos
-Descarga frontal o lateral de 180°.	-Chasis: Diseño isoresistente en toda su longitud.
-Maquina multifuncional cuenta con accesorios como mástil de carretilla, elevadora, pala quitanieves, etc.	-Capacidad cuchara: 160 L.
-Kit de alta presión y una pala dumper.	-Ancho de barrido: 2100 m.
-Usa: calles, carreteras, pequeños núcleos urbanos, puertos y aeropuertos.	-Depósito de Agua: 350 L
	-Sistema de riego: agua pulverizada.

---

-Carga Útil: 2500 Kg

-Cepillos: 2 laterales

---



A: Long. máxima	6250 mm
B: Distancia ejes	1670 mm
C: Voladizo trasero	1230 mm
D: Altura máxima	2320 mm
F: Ancho máximo	1880 mm

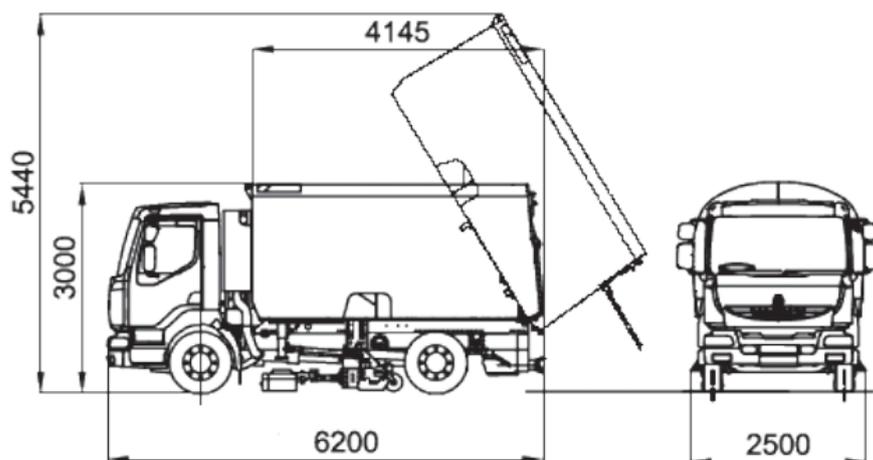
Ilustración 71 - Vista de la barredora modelo BA 2500AG.

### Barredoras tipo Aspiración:

Tabla 8: Datos técnicos Dulevo 7500 (Dulevo, 2020).

Datos técnicos	Unidades	Valor
Ancho de barrido (con tercer cepillo)	mm	2200
Cepillos laterales	Nº	2
Volumen del contenedor	m3	6
Descarga en altura	mm	1150
Asientos en la cabina	Nº	2

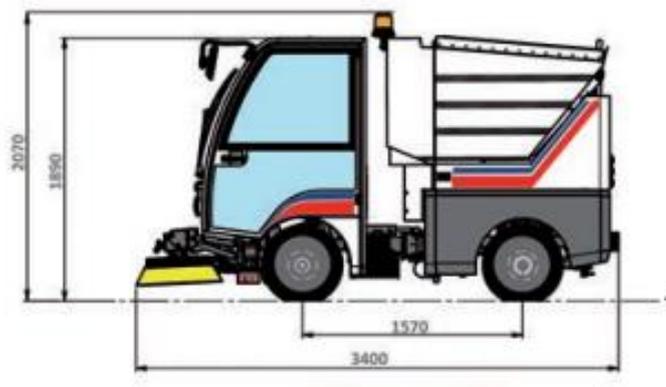
<i>Rendimiento de barrido</i>	m <sup>2</sup> /h	32400
<i>Marca del motor</i>		IVECO
<i>Alimentación</i>		Diesel



*Ilustración 72 - Dimensiones Barredora Dulevo 7500.*

**Tabla 9:** *Datos técnicos Dulevo 850 (Dulevo, 2020).*

<b>Datos técnicos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
<i>Ancho de barrido variable</i>	mm	1500 - 1850
<i>Volumen del contenedor</i>	m <sup>3</sup>	0.8 - 1
<i>Descarga en altura</i>	mm	1420
<i>Asientos en la cabina</i>	Nº	1
<i>Rendimiento de barrido</i>	m <sup>2</sup> /h	22000
<i>Velocidad máxima</i>	Km/h	30
<i>Filtración PM10</i>	%	99
<i>Marca del motor</i>		KUBOTA
<i>Alimentación</i>		Diesel
<i>Longitud</i>	m	3.4
<i>Ancho</i>	m	1.08
<i>Altura</i>	m	2.07



*Ilustración 73 - Dimensiones Barredora Dulevo 850.*

### **Rendimientos**

El desempeño de una barredora mecánica está influenciado por diversos factores relacionados con la ruta de barrido. Aspectos como el consumo de combustible, las emisiones del equipo, el desgaste, la vida útil, el uso de agua y otros costos operativos afectan directamente su eficiencia (Ingenia, 2021).

### **Factores de Eficiencia**

A continuación, se detallan los elementos que impactan en la eficiencia de una barredora mecánica:

#### **Factores primarios**

- **Factor humano:** La experiencia y destreza del operador influyen en la eficacia del proceso (Yepes, 2019).
- **Factores urbanos:** La condición y el diseño de la vía o área a limpiar determinan el rendimiento del equipo (Yepes, 2019).
- **Factores geográficos:** La ubicación, altitud y condiciones climáticas pueden afectar el desempeño de la barredora (Yepes, 2019).
- **Grado de suciedad:** La naturaleza y la frecuencia de acumulación de residuos influyen en la estrategia de limpieza (Yepes, 2019).

#### **Factores secundarios**

- **Tamaño de la barredora:** La selección del equipo dependerá del área donde se implemente (Ingenia, 2021).
- **Duración de la jornada:** Permite estimar el rendimiento y definir el tipo de barredora adecuada (Ingenia, 2021).
- **Distancias de desplazamiento:** Es clave elegir un equipo que garantice un traslado eficiente hasta el punto de trabajo (Ingenia, 2021).

En zonas urbanas, el barrido se concentra en los laterales de las vías, ya que el flujo vehicular transporta los residuos hacia la cuneta.

### **Cálculo del Rendimiento**

El rendimiento de una barredora se determina mediante la siguiente fórmula:  
 Rendimiento = Velocidad de barrido × Horas de barrido

Las máquinas están equipadas con elementos de señalización de seguridad que alertan a peatones y conductores sobre su operación.

### **Planificación Estratégica en la Recogida de Residuos**

Antes de adquirir una barredora mecánica, es esencial analizar las ventajas y desventajas del equipo con base en los siguientes aspectos:

- Ubicación de los puntos de transferencia o contenedores de residuos.
- Opciones viables para la descarga de los desechos recolectados.
- Equilibrio entre las distancias a las zonas de vertido y la velocidad de desplazamiento.
- Especificaciones técnicas del equipo en relación con las necesidades operativas.

(Rodríguez, 2002).

*Tabla 10 - Rendimientos de las diferentes barredoras mecánicas en el mercado.*

<b>MODELO</b>	<b>VOL DEL CONTENDOR</b> m3	<b>ANCHO</b> m	<b>ANCHO DE BARRIDO</b> m	<b>DESCARGA EN ALTURA</b> m	<b>RENDIMIENTO DE BARRIDO</b> m2/h
<b>BA 2300 H</b>	2	2.64	2.48	1.40	27500
<b>BA 2500 AG</b>	1	1.88	2.10	1.25	24500
<b>DULEVO 7500</b>	6	2.5	2.2	1.15	32400
<b>DULEVO 850</b>	0.8 - 1	1.08	1.5 – 1.85	1.42	22000
<b>DULEVO 5000 VELOCE</b>	5.3	2.3	2.6	1.15	28300

## Conclusiones

- Actualmente, el mercado ofrece una amplia variedad de barredoras mecánicas, destacando marcas como Dulevo y Piquersa, que cuentan con modelos diseñados para distintos tipos de barrido. Estos equipos pueden incluir cepillos laterales, accesorios auxiliares como sistemas de succión, palas quitanieves, cepillos adicionales y sistemas de agua a presión.
- El uso de barredoras mecánicas ha ido en aumento en varias ciudades del país debido a su mayor eficiencia en comparación con el barrido manual realizado por personal municipal.
- En Riobamba, se dispone de cuatro barredoras mecánicas: dos de arrastre y dos equipada con succión. Sin embargo, el alto costo de estos equipos ha impedido incrementar su número, por lo que la limpieza de ciertos espacios públicos sigue realizándose de forma manual.

## Recomendaciones

- Es fundamental considerar el material de los cepillos, ya que algunos pueden generar daños en el pavimento al iniciar su funcionamiento.
- La operación de las barredoras debe planificarse en horarios que minimicen la afectación al tráfico vehicular.
- Antes de adquirir una barredora, es crucial evaluar las características del área donde será utilizada, prestando especial atención al ancho de las calzadas para garantizar su adecuada movilidad.
- Aunque el riesgo de accidentes para los operarios de barrido mecánico es bajo, es recomendable establecer medidas de seguridad para proteger tanto a los trabajadores como a los peatones y el equipo.
- Para mejorar la seguridad, las barredoras deben ser altamente visibles, utilizando pintura clara, bandas reflectantes y luces giratorias llamativas. Deben contar con luces de giro en la cabina y en la parte trasera en modelos de mayor tamaño. Además, se recomienda el uso de intermitentes de emergencia y avisadores acústicos sincronizados con la marcha atrás, a fin de advertir a peatones cercanos y prevenir accidentes.

## 13. TIPOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS – CANDO JOSÉ

---

### Introducción

El presente informe aborda la gestión integral de residuos sólidos que trata de un proceso esencial que abarca todas las etapas del ciclo de vida de los desechos, desde su generación hasta su disposición final. Con la creciente urbanización y aumento de la población, la correcta gestión de los residuos se ha convertido en un desafío significativo para las ciudades y comunidades. Este informe presenta una visión amplia sobre los diversos métodos de disposición final de residuos sólidos, incluyendo botaderos, vertederos, rellenos sanitarios y rellenos especiales, analizando sus características, ventajas y desventajas.

El objetivo principal es minimizar el impacto ambiental y sanitario de los residuos, fomentando prácticas sostenibles que incluyan la prevención, reducción, reutilización y reciclaje. A través de un marco teórico sólido y ejemplos prácticos, se busca contribuir a la comprensión y mejora de la gestión de desechos, asegurando un entorno más limpio y saludable para las generaciones presentes y futuras.

### Marco teórico

La gestión integral de residuos sólidos es un proceso que cubre todas las etapas, desde la creación hasta la eliminación final de los desechos, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental. Su propósito es reducir tanto los efectos ambientales como sanitarios de los residuos mediante la aplicación de estrategias como la prevención, reducción, reutilización, reciclaje y una disposición final apropiada.



Ilustración 74 - Gestión integral de residuos sólidos. (ASM, 2024).

### Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos

**1. Generación:** Los residuos sólidos se generan en diversos ámbitos, como los hogares, comercios, industrias, servicios y obras de construcción. Esta fase es crucial para el éxito de la gestión de residuos, ya que reducir tanto la cantidad como la peligrosidad de los desechos producidos facilita su posterior tratamiento y disposición final.

**2. Recolección y transporte:** Estas actividades deben llevarse a cabo de manera eficiente y segura, para evitar la acumulación de residuos en las calles y la propagación de enfermedades y plagas. En este proceso, es necesario separar los residuos peligrosos de los no peligrosos para tratarlos de manera diferenciada más adelante.

**3. Clasificación y separación:** Se realiza en plantas especializadas donde se separan los materiales reciclables de los no reciclables. En esta fase se pueden recuperar materiales valiosos, como papel, cartón, plásticos, vidrio y metales, que pueden ser reutilizados o reciclados.

**4. Tratamiento:** Dependiendo de las características y peligrosidad de los residuos, el tratamiento puede adoptar diversas formas, como compostaje, incineración, esterilización o biodegradación. El propósito de esta etapa es reducir tanto el volumen como la peligrosidad de los residuos, además de generar energía o recuperar otros recursos de estos.

**5. Disposición final:** Esta es la etapa final del manejo de los residuos sólidos urbanos, y se refiere al lugar donde se depositan aquellos residuos que no pueden ser tratados ni reciclados. Es fundamental que esta fase se planifique y gestione con cuidado, ya que una mala disposición puede generar graves impactos

ambientales y sociales. Las opciones más comunes son los vertederos y los rellenos sanitarios, entre otros (ASM, 2024).



Ilustración 75 - Gestión de residuos sólidos. (Anon n.d.-b).

### La disposición final de los residuos

Es el proceso mediante el cual los residuos sólidos son tratados o depositados en un lugar específico, marcando la última fase de su gestión de manera permanente, segura desde el punto de vista sanitario y ambiental. Se considera la última etapa del sistema de recolección y limpieza pública.

### TIPOS DE DISPOSICION FINAL

- **BOTADEROS**



Ilustración 76 - Botaderos. (La Prensa, 2022).

Un botadero es un lugar donde se depositan los residuos sólidos sin ningún tipo de control adecuado. En estos sitios, los residuos no se compactan ni se cubren diariamente, lo que genera malos olores, la emisión de gases y líquidos contaminantes que afectan al medio ambiente que pueden afectar las aguas superficiales y subterráneas, así como el suelo y el aire. Además, los botaderos atraen insectos y roedores, que pueden ser portadores de enfermedades.

Normalmente, los botaderos no cuentan con la infraestructura necesaria para ser considerados rellenos sanitarios. En algunos casos, si son botaderos controlados, podrían ofrecer ciertas ventajas, pero es importante destacar que este tipo de disposición solo se utiliza de manera temporal, generalmente en situaciones de emergencia. En estos casos, se deben cumplir condiciones mínimas de operación para evitar que los residuos queden a la intemperie. Los residuos deben compactarse en capas para reducir su volumen y, periódicamente, ser cubiertos con material adecuado.

- **VERTEDEROS**



*Ilustración 77 - Vertederos*

Un vertedero es un lugar destinado al depósito de basura, residuos o escombros. Antes de almacenar los desechos, el terreno se modela adecuadamente utilizando máquinas excavadoras y se cubre con un revestimiento impermeable artificial para evitar la contaminación del suelo. La normativa establece que los vertederos deben situarse a una distancia considerable de zonas residenciales, áreas agrícolas y fuentes de agua potable.

Los vertederos representan un problema significativo debido a su impacto económico y ambiental, similar al de los botaderos, especialmente cuando no están controlados, ya que los desechos tardan miles de años en descomponerse. Algunos vertederos controlados utilizan una base de neopreno para evitar la contaminación del suelo por lixiviados, pero siguen siendo una opción no ideal, ya que permanecen a cielo abierto durante muchos años hasta su llenado, lo que puede generar contaminación visual, ambiental y fomentar la proliferación de insectos y roedores (Wikipedia, 2025).

- **RELLENOS SANITARIOS**



*Ilustración 78 - Rellenos Sanitarios. (Formacionib, 2019).*

Un relleno sanitario es un espacio diseñado, construido y operado utilizando técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, donde los residuos sólidos se depositan, distribuyen, compactan y cubren con tierra de manera diaria. Además, cuentan con sistemas de drenaje para los gases y líquidos generados por la descomposición de los desechos.

Este tipo de instalación puede servir a varias poblaciones cercanas, llegando incluso a convertirse en una solución regional para la disposición final de residuos, atendiendo áreas que generen hasta 15 toneladas de desechos sólidos al día (Formacionib, 2019).

### **Ejemplo de relleno sanitario en Guano en el año 2021**

El Municipio de Guano con una visión integral por el correcto manejo de los desechos sólidos y disponibilidad de maquinaria, realizó la compactación técnica en el relleno sanitario ubicado en la parroquia de Valparaíso.

Este tipo de compactación es ideal para conseguir una alta presión específica sobre el terreno, ya que sus características son apropiadas para trabajar en un relleno sanitario, cuya función principal es comprimir el residuo que entra haciéndolo más pequeño y permitiendo la entrada de más cantidad de residuos.



*Ilustración 79 - Rellenos Sanitarios en Chimborazo-Guano. (GADM GUANO, 2021).*

### **Principios básicos para el funcionamiento del relleno sanitario**

#### **El relleno debe contar con:**

- Una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar.
- Controlar con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.
- Una supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales.

#### **Ventajas del Relleno Sanitario**

- El relleno sanitario es un método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.

- Evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen.
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
- Genera empleo para mano de obra no calificada.
- Puede ubicarse cerca al área urbana, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos.

### **Desventajas**

- Adquisición de grandes superficies de terreno.
- Generan gases de vertedero y líquidos lixiviados provocados por el decaimiento biológico de la materia orgánica, la descomposición de la materia orgánica e inorgánica por acción de agua infiltrada y el percolado existente.
- Riesgo de ser botadero a cielo abierto por las carencias políticas municipales y si no existen fondos suficientes para invertir en la correcta operación y mantenimiento.
- Eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales si no se toman las debidas precauciones.
- Asentamientos que dependerán de la profundidad del relleno, tipo de desechos y grado de compactación.
- Contaminación visual.
- Si se tiene un mal diseño va a producir exceso de gases de efecto invernadero (Anon n.d.-a).

### **Tipos de relleno sanitario**

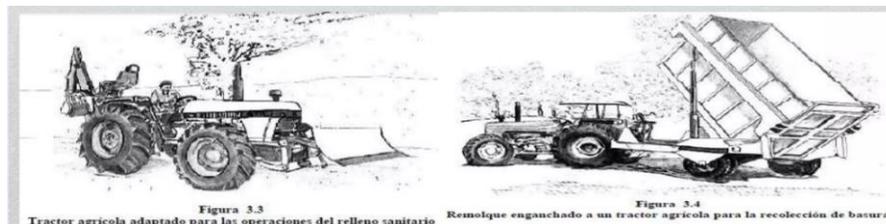
- **Relleno sanitario mecanizado**



*Ilustración 80 - Relleno Sanitario*

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

- **Relleno sanitario Semimecanizado**



*Ilustración 81 - Relleno sanitario Semimecanizado*

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado

- **Relleno sanitario manual**



*Ilustración 82 - Relleno sanitario manual*

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (Scribd, 2015).

## Rellenos especiales

- **Rellenos industriales**



*Ilustración 83 - Rellenos industriales.*

Se tiene dos tipos de rellenos industriales:

- **Monorellenos:** Son sitios de disposición final destinados a un único tipo de residuo específico. La ventaja principal de estos rellenos es que su diseño y operación pueden ajustarse exactamente a las características del residuo que se va a depositar. Generalmente, este tipo de relleno se utiliza para la disposición de residuos industriales generados en grandes cantidades por una o varias industrias.
- **Relleno de seguridad:** Los residuos que, debido a sus propiedades, representan un riesgo para la salud y el medio ambiente deben ser depositados en rellenos diseñados específicamente para este propósito. Estos rellenos son construidos y operados bajo estrictas medidas de seguridad, ya que, debido a la menor cantidad de residuos peligrosos, suelen abarcar áreas mucho más grandes que otros tipos de rellenos.
- **Rellenos para escombros**

Este tipo de relleno es similar a los monorellenos, ya que está destinado a la disposición de residuos con características similares y bien definidas. Los escombros son materiales inertes que, si se entregan de forma limpia, generalmente no requieren medidas de protección especiales. Sin embargo, como no siempre se garantiza que los escombros estén completamente limpios, se recomienda aplicar sistemas de impermeabilización de forma más sencilla. Aunque los escombros a menudo se utilizan en los rellenos sanitarios para la construcción de caminos interiores o como cobertura diaria (aunque no siempre de manera adecuada), debido a su gran volumen, a menudo requieren sitios específicos para su disposición ordenada.



*Ilustración 84 - Rellenos para escombros. (TOM, 2025).*

- **Relleno industrial para residuos peligrosos**

Este tipo de relleno requiere instalaciones similares a las de otros rellenos, pero con un nivel de exigencia más alto para cumplir con los estándares de seguridad y control. Algunas de las características específicas incluyen:

- Registro de control de entrega, donde los transportistas de residuos peligrosos deben documentar la entrega de los materiales.
- Frecuencia de toma de muestras, que debe realizarse con mayor regularidad y con análisis obligatorios en laboratorios especializados.
- Especificación exacta de los lugares de disposición, especialmente para materiales reactivos que requieren una gestión más precisa y controlada.



*Ilustración 85 - Rellenos para residuos peligrosos. (Incinerox, 2021).*

## **NORMATIVA**

- **Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos - LIBRO VI - ANEXO 6:** La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso aire, agua y suelo **Fuente especificada no válida..**
- **Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios:** El presente Reglamento tiene como objeto normar la gestión integral de los desechos sanitarios desde su generación, almacenamiento, recolección, transporte, hasta su tratamiento y disposición final, para prevenir, mitigar y reducir los riesgos a la salud de toda la población y el ambiente **Fuente especificada no válida..**

### 14. DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS – CONDE ALEXANDER

---

## **Introducción**

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos es complejo y se ha venido agudizando con el crecimiento y desarrollo económico de la sociedad; provocando a su vez una serie de inconvenientes sanitarios, tales

como, la generación de focos de infección y vectores contaminantes de fuentes hídricas y recursos naturales (Lascano, 2007).

En su diseño, los rellenos sanitarios deben considerar factores clave como la selección del sitio, las características geológicas e hidrológicas, la capacidad de almacenamiento, y los sistemas de control para minimizar riesgos asociados al manejo de lixiviados, gases y otros contaminantes. Durante la construcción, es imprescindible implementar tecnologías y materiales que garanticen la impermeabilización del suelo y la seguridad estructural del relleno.

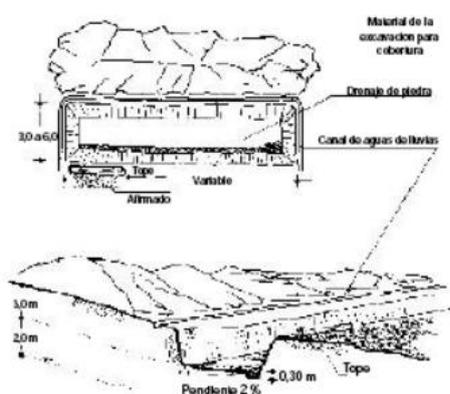
El manejo eficiente de un relleno sanitario no solo contribuye a mitigar problemas como la contaminación del suelo y las fuentes hídricas, sino que también abre oportunidades para la generación de energía a partir de biogás, la recuperación de materiales reciclables y el desarrollo de estrategias de economía circular. De esta manera, los rellenos sanitarios representan un componente esencial para avanzar hacia un modelo más sostenible en la gestión de residuos.

### **Relleno sanitario**

Los Rellenos Sanitarios son obras que se utilizan para la disposición de residuos sólidos urbanos y a su vez, no contaminar el medio ambiente. La contaminación es el factor principal de los rellenos sanitarios, y, es por eso por lo que debemos de tomar en cuenta todas las medidas y estudios de control.

### **Selección del sitio**

El Método de Zanja o Trinchera Se utiliza generalmente en terrenos planos. Se hace una zanja de 2 o 3 metros de profundidad. La basura se deposita dentro, luego se compacta y se va cubriendo con la misma tierra que se sacó de la zanja.



*Ilustración 86 - Selección del sitio*

El método de área se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones o canteras abandonadas. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas, la basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones, la basura se esparce, compactada y recubre diariamente con una capa de 10 a 20 cm de tierra.

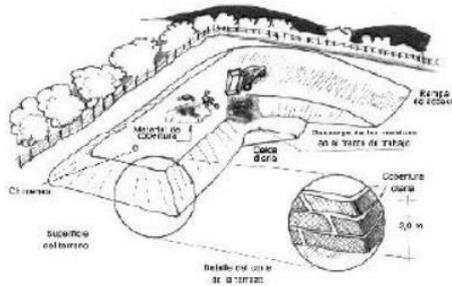


Ilustración 87 - Selección del sitio

### Principios básicos para el funcionamiento del relleno

Todo relleno sanitario debe contar con:

- Una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar.
- Controlar con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.
- Una supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales.



Ilustración 88 - Supervisión

### Proceso de Impermeabilización

El objetivo de la impermeabilización es el de crear un depósito estanco para la disposición final de los residuos, de modo que éstos y sus subproductos (biogás y lixiviado) queden totalmente aislados del medio circundante. El orden de estas capas es el siguiente:

- Capa de arcilla, pero actualmente puede ser reemplazada por un geo sintético denominado GCL (geosynthetic clay liner)
- Membrana geo sintética de polietileno de alta densidad (HDPE), esta se utiliza para evitar la contaminación de las napas freáticas por los lixiviados y/o percolados.
- Geonet (optativo), sistema de drenaje para lixiviados.

- Geotextil, es una capa que brinda soporte a la geomembrana impermeabilizante por el tráfico constante de maquinarias pesadas.



*Ilustración 89 - Proceso de Impermeabilización*

### **Construcción de relleno sanitario**

La operación del relleno sanitario constituye la construcción propiamente tal del mismo, por cuanto son los residuos recibidos los que dan origen a las celdas, unidades constructivas básicas del relleno. Junto con la construcción del relleno, se desarrollan obras paralelas, como la construcción de drenajes verticales para la posterior extracción del biogás, y se aplican planes orientados a un manejo adecuado de los residuos.

- **Construcción de celdas:** La celda que contiene los residuos, debe cumplir en todo momento el requisito de mantenerlos totalmente confinados, con el fin de evitar la salida de olores, la emergencia de larvas de insectos, evitar al máximo la salida de líquido percolado, permitir que se logren rápidamente condiciones anaeróbicas, evitar que se propaguen con facilidad combustiones que se pudieran producir internamente en el relleno, evitar el acceso de roedores, etc.
- **Cobertura de celdas:** El objetivo básico de la cobertura de la celda es aislar los desechos confinados en su interior del ambiente exterior, de modo de crear, en el menor tiempo posible, condiciones anaeróbicas para la estabilización microbiológica de los desechos.
- **Manejo de líquidos percolados:** El flujo constante de líquido percolado hasta el depósito de acumulación y el no afloramiento del mismo a los pies de las celdas con residuos es un indicador del correcto funcionamiento del sistema de drenaje.
- **Manejo del biogás:** La forma de extracción de biogás que se emplea ha sido ampliamente probada y sus resultados hasta el día de hoy son eficientes: la construcción de chimeneas de drenaje que permiten la evacuación natural o forzada del biogás, desde el fondo del relleno hasta la superficie. La medida más importante para evitar molestias causadas por la dispersión de emisiones olfatorias es la cubierta diaria de los desechos.
- **Plan de monitoreo ambiental:** Este plan de monitoreo consiste en inspecciones y tomas de muestras para analizar el comportamiento y evolución de los distintos agentes, de modo que ellos no representen riesgos a la salud humana o del medioambiente, a la vez que no constituyan riesgos de operación para el normal desarrollo de las actividades en el relleno sanitario.

- **Plan de cierre:** Una vez finalizada la operación del relleno sanitario se debe dar comienzo a un proceso denominado Plan de Cierre, en el cual se llevan a cabo los procesos de abandono y recuperación del terreno.

### Personal necesario

Los siguientes criterios determinan la cantidad y las características del personal necesario para la operación de un relleno sanitario

- Área del relleno
- Cantidad diaria de desechos descargados
- Cantidad diaria de vehículos
- Número de rellenos
- El tipo de los desechos

Calificación y tareas del personal	Relleno con compactación mecanizada		Relleno manual
	Personal necesario para relleno pequeño o mediano	Personal necesario para relleno grande	Personal necesario para relleno pequeño o mediano
Jefe del relleno (ingeniero civil, ingeniero mecánico o tecnólogo ambiental)	0.5 - 1 <sup>3</sup>	1	0.5 - 1 <sup>4</sup>
Ayudante del jefe del relleno (tecnólogo)	0	1	0
Técnico de laboratorio o químico	0	1	0
Responsable de la balanza	1	2	0
Chofer de tractor compactador	1 - 2	3	0
Chofer de camión u otra maquinaria necesaria dentro del relleno	1 - 2	2 - 3	0
Maestro o técnico para reparaciones de vehículos	0	1	0
Obrero para reparaciones de vehículos	1	1	0
Obreros de relleno con las tareas siguientes: - construcción de chimeneas - limpieza de canales de drenaje y cunetas - Mantenimiento de la planta de tratamiento de las aguas lixiviadas	2 - 3	3 - 6	2 - 8 (ver Cuadro 32)
Guardia con tareas siguientes: - Presencia continua sobre el relleno - Prohibir el ingreso de personas no autorizadas - Prohibir y controlar que no ingresen animales sobre el relleno - Registro en la balanza - Avisar el lugar de descarga a los recolectores	1	2	1

Ilustración 90 - Personal necesario

### Vehículos necesarios

Tipo de vehículo	Descripción	Función
Tractor compactador	Tractor pesado con pala larga y orugas o ruedas especiales	1. Mover y colocar la basura descargada por los recolectores, compactar y cubrirla. 2. Si el material de cobertura se encuentra en el sitio del relleno mismo (caso ideal), el tractor compactador puede también excavar y traer el material de cobertura. 3. Hacer trabajos de preparación del suelo (excavación, colocación de la capa mineral etc.) para abrir un nuevo módulo del relleno.
Tractor pequeño	Tractor común de construcción	En rellenos muy grandes, donde se utilizan compactadores muy pesados, el segundo tractor sirve para excavar y traer el material de cobertura y hacer los otros trabajos de construcción (preparación del suelo etc.) necesarios.
Camión	Camión viejo con volqueta o recolector fuera de servicio regular	Llevar materiales de un lado del relleno a otro, traer material de cobertura; si existe una planta de lombricultura o de reciclaje sobre el relleno, trasladar materiales entre estas plantas y el sitio de disposición final.
Vehículos auxiliares	Rodillo para la compactación del suelo impermeable. Se necesita el rodillo cuando se prepara un nuevo módulo del relleno. Vehículo para traer y llevar el personal (en rellenos muy alejados, donde no hay transporte público) Vehículo para traer combustible y lubricantes al tractor compactador y, si hay, al camión.	

Ilustración 91 - Vehículos necesarios

El más importante entre estos vehículos es el tractor compactador. Los tractores compactadores son tractores con orugas como los que se utilizan en la construcción civil, adaptados a las condiciones del relleno sanitario. Existen también compactadores con ruedas especiales que se construyen especialmente para la compactación de basura. Esos compactadores tienen la ventaja de trabajar muy eficientemente en la colocación y compactación de la basura.

### **Balanza registradora**

En los rellenos medianos y grandes, se necesita instalar una balanza grande como las que se utilizan para pesar camiones. Esta balanza muestra el peso de cada vehículo a la entrada y a la salida, la diferencia, dando el peso de los desechos ingresados. Se puede realizar el registro manualmente o con ayuda de una computadora.



*Ilustración 92 - Balanza registradora*

## 15. EQUIPO PESADO PARA RELLENOS SANITARIOS: BULLDOZER Y COMPACTADOR – VILLEGAS MIGUEL

---

### **Relleno sanitario**

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica (Jaramillo, 2002).

### **Tipos de relleno sanitario**

#### **Relleno sanitario mecanizado**

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la

planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento (Jaramillo, 2002).

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc (Jaramillo, 2002).

### **Relleno sanitario semi – mecanizado**

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semi – mecanizado (Jaramillo, 2002).

### **Relleno sanitario manual**

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (Jaramillo, 2002).

### **Consideraciones de un relleno sanitario**

El relleno sanitario debe contar con:

- Una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar.
- Controlar con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.
- Una supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales.

### **Equipo pesado para relleno sanitario Bulldozer.**

Los tractores de tipo bulldozer son las piezas más versátiles para aplicación en rellenos sanitarios. Estas máquinas pueden esparcir, compactar, cubrir los residuos sólidos y también pueden utilizarse en la preparación de sitios, excavación de material de cobertura, construcción de caminos y limpieza de terrenos.

Son apropiados para cualquier tamaño y metodología de operación de relleno. Para obtener una operación eficiente es necesario mantener el tractor sobre orugas empujando el mayor volumen de material posible, sin que se vea afectada su funcionalidad y desempeño. Aunque el tractor sobre orugas, excava y transporta

con mucha mayor eficacia hacia abajo, que en terreno a nivel o cuesta arriba, en el caso de esparcimiento en capas y compactación de los residuos, debe procurarse que el trabajo se realice desde abajo hacia arriba, o cuesta arriba. Esta forma de operación compacta de una manera más eficiente los residuos.

### Clasificación de Bulldozer

Dependiendo de su rodadura, los bulldozers se clasifican en los siguientes:

- **De cadenas:** conocido como tractor oruga y diseñado con la finalidad de potenciar la tracción de la maquinaria para los terrenos más irregulares. Cuenta con eslabones modulares que aportan una gran estabilidad y evitan que el tractor se entierre.



Ilustración 93 - Clasificación de Bulldozer

Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

Especificaciones técnicas:

<b>Modelo de motor</b>	<b>Cat C3.6</b>
<b>Potencia neta</b>	77.6 kW
<b>Espacio libre sobre el suelo: estándar</b>	33 cm
<b>Altura del tractor: estándar</b>	2.76 m
<b>Entrevía de cadena: estándar</b>	1.60 m
<b>Longitud total: con hoja: estándar</b>	4.33 m
<b>Velocidad máxima de desplazamiento: avance</b>	9 km/h
<b>Motores de cadenas</b>	2
<b>Ajustes de la válvula de alivio</b>	48.5 kPa
<b>Velocidad máxima de desplazamiento: retroceso</b>	10 km/h

<b>Bombas de mando</b>	1
<b>Ajustes de la válvula de alivio</b>	20.6 kP
<b>Rendimiento de la bomba</b>	65 L/min

- **Con llantas:** se utiliza cuando es necesaria la velocidad y recorrer determinadas distancias para realizar los trabajos. Es perfecto para trabajar en pequeñas explotaciones donde los terrenos no están muy fangosos o sueltos.



*Ilustración 94 - Clasificación de Bulldozer con llantas.*

Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

#### Especificaciones técnicas

<b>Modelo de motor</b>	<b>Cat C7.1</b>
<b>Potencia neta (SAE J1349:2011)</b>	186 kW
<b>Peso en orden de trabajo</b>	22011 kg
<b>Potencia neta (ISO 9249:2007)</b>	186 kW
<b>Emisiones</b>	Tier 4 final de la EPA de EE.UU./Stage V de la Unión Europea
<b>Velocidad nominal</b>	2200 rpm
<b>Potencia bruta (SAE J1995:2014)</b>	212 kW
<b>Potencia del motor (ISO 14396:2002)</b>	205 kW
<b>Par máximo a 1.400 rpm</b>	1223 N·m
<b>Reserva de par</b>	52 %

<b>Calibre</b>	105 mm
<b>Carrera</b>	135 mm
<b>Cilindrada</b>	7.01 L
<b>Velocidad baja de funcionamiento en vacío</b>	800 rpm
<b>Altitud máxima sin reducción de potencia</b>	3000 m

Por otro lado, también podemos diferenciar diferentes tipos de tractores en función de sus equipos auxiliares, que sirven para incrementar sus aplicaciones:

- **Ripper o escarificador:** muy utilizado para la roturación profunda de las tierras agrícolas.

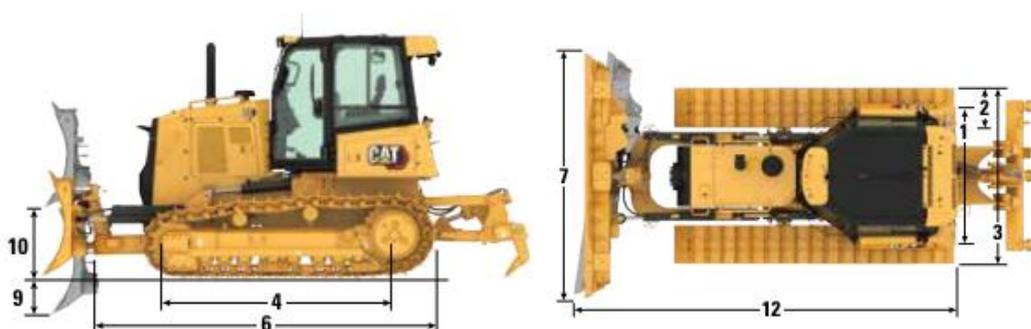


Ilustración 95 - Ripper o escarificador

Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

Especificaciones técnicas:

<b>Bulldozer D4 tractor de cadenas</b>		
<b>Peso en orden de trabajo</b>	13.500 kg	29.800 lb
<b>Peso de embarque</b>	13.200 kg	31.600 lb
<b>Presión sobre el suelo (ISO 16754)</b>	40 kPa	5,8 lb/pulg <sup>2</sup>
<b>Tren de rodaje (estándar)</b>	40 rodillos de sección/8 rodillos inferiores	
<b>Entrevía (1)</b>	1.770 mm	70"
<b>Ancho de zapata de cadena (estándar) (2)</b>	560 mm	22"
<b>Ancho del tractor con zapatas estándar (3):</b>		
<b>Sin hoja</b>	2.330 mm	92"

<b>Con hoja VPAT en un ángulo de 25°</b>	2.896 mm	114"
<b>Con hoja plegable en posición de transporte</b>	2.364 mm	93"
<b>Longitud de la cadena sobre el suelo (4)</b>	2.645 mm	104"
<b>Área de contacto con el suelo (ISO 16754)</b>	3,3 m2	5,100 pulg2
<b>Altura de la garra (servicio moderado o extremo)</b>	48/57 mm	1.9/2.2"
<b>espacio libre sobre el suelo</b>	360 mm	14"
<b>Altura de la máquina (5)</b>	2.965 mm	117"
<b>Longitud del tractor básico (8)</b>	4.618 mm	181"

- **Stumper o zanco:** se trata de un pico corto que permite arrancar terrones en casos de suelos de roca compacta y dura.



Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

Especificaciones técnicas:

<b>Cilindrada</b>	<b>10.5 L</b>
<b>Potencia neta</b>	158 kW
<b>Emisiones</b>	Sin certificación
<b>Modelo de motor</b>	Cat® 3306B DIT

<b>Peso en orden de trabajo</b>	21,825 kg
<b>Peso de embarque</b>	18,615 kg
<b>Altura de la máquina</b>	3.21 m
<b>Longitud del tractor básico</b>	3.95 m
<b>Longitud de la cadena sobre el suelo</b>	2.97 m
<b>Ancho del tractor</b>	2.64 m
<b>Tren de fuerza</b>	Totalmente automática de 3 velocidades
<b>Avance 1</b>	4.1 km/h
<b>Avance 2</b>	7.1 km/h
<b>Avance 3</b>	12.1 km/h
<b>Retroceso 1</b>	5.2 km/h
<b>Retroceso 2</b>	9 km/h
<b>Retroceso 3</b>	15.4 km/h
<b>Tanque de combustible</b>	424 L
<b>Tren de fuerza</b>	146 L

### **Compactador con ruedas metálicas**

En si la principal función de esta máquina consiste en el extendido y compactado de los residuos. Además, los compactadores están equipados con máquinas diésel tanto turbo como estándar. Las ruedas metálicas que estos poseen generalmente tienen dientes en forma de “V” invertida y alternados que le permiten concentrar el peso sobre una superficie de contacto más pequeña así ejerciendo una mayor presión sobre los residuos sólidos.



*Ilustración 96 - Compactador con ruedas metálicas*

Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

Factores de compactación

**Espesor de la capa**

El espesor de la capa de residuos dispuestos es el factor más importante. Para obtener una mayor densidad, se deben esparcir los residuos en capas de no más de 60 centímetros de grosor y compactarse. Cuanto más gruesa la capa, tanto menor la densidad a la que la puede compactar la máquina (Gut12).

### Número de pasadas

El número de pasadas que realiza compactador sobre los residuos sólidos también afecta la densidad, es recomendable efectuar de tres a cuatro pasadas de máquina para lograr mejores resultados. Más de cuatro pasadas no logra dar una densidad de compactación adicional suficiente para que resulte más económico realizarlo, como lo indica la gráfica. (Gutierrez, 2012)

A demás también cabe mencionar que las pendientes se deben mantener como mínimo de 4:1 o menos. Siendo la superficie horizontal con la que se logra la mejor compactación.

También Empujar o trabajar con los residuos sólidos cuesta arriba tiene cierta ventaja la cual es que:

Cuando una máquina trabaja cuesta arriba, es más fácil lograr un grueso de la capa más uniforme sobre toda la superficie, ya que el material de residuos no rodará delante de la hoja de la máquina para apilarse al pie de la pendiente.

#### 1.1. Especificaciones técnicas de la compactadora

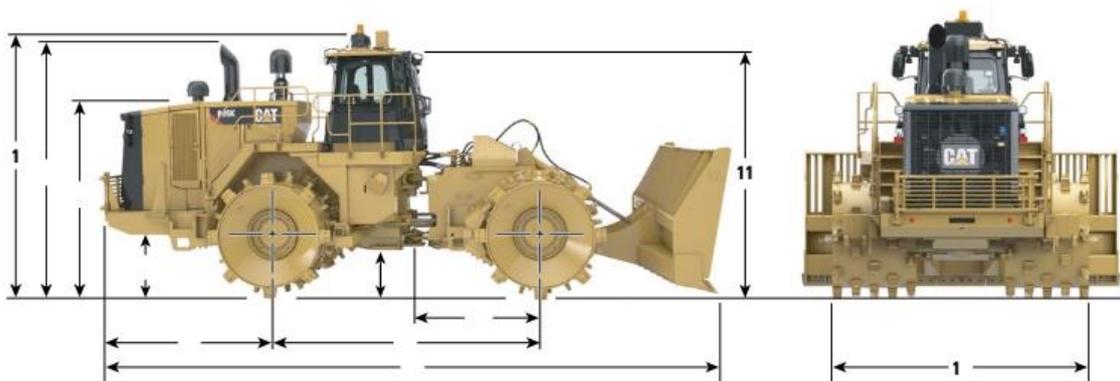


Ilustración 97 - 1.1. Especificaciones técnicas de la compactadora

Fuente: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/landfill-compactors.html)

Dimensiones:

<b>Altura hasta la parte superior de la cabina con aire acondicionado (1)</b>	<b>4.568 mm</b>
<b>Altura hasta la parte superior del tubo de escape (2)</b>	4.439 mm
<b>Altura hasta la parte superior del capó (3)</b>	3.312 mm
<b>Espacio libre sobre el suelo respecto del parachoques (4)</b>	960 mm

<b>Desde la línea central del eje trasero hasta el extremo del contrapeso (5)</b>	2.860 mm
<b>Sin el protector del radiador trasero</b>	3.096 mm
<b>Con el protector del radiador trasero</b>	1.850 mm
<b>Desde el enganche hasta la línea de centro del eje delantero (6)</b>	3.700 mm
<b>Distancia entre ejes (7)</b>	8.715 mm
<b>Longitud con la hoja sobre el suelo: (incluye el protector del radiador trasero) (hoja recta) (8)</b>	642 mm
<b>Espacio libre sobre el suelo (9)</b>	3.800 mm
<b>Ancho sobre las ruedas (10)</b>	4.274 mm
<b>Altura hasta la ROPS/techo (11)</b>	4.765 mm
<b>Altura hasta la parte superior de la cabina con luz estroboscópica</b>	2.797 mm

16. EQUIPO PESADO PARA RELLENOS SANITARIOS: EXCAVADORA Y RETROEXCAVADORA – ESCUDERO JENNIFER

---

### **Introducción**

En la gestión de residuos sólidos, los rellenos sanitarios desempeñan un papel fundamental como solución para la disposición final de desechos, garantizando prácticas que minimicen los impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública. Para asegurar la eficiencia y sostenibilidad de estas operaciones, se emplea equipo pesado diseñado específicamente para realizar tareas esenciales como excavación, nivelación, compactación y transporte de materiales.

Entre las máquinas más utilizadas en los rellenos sanitarios destacan la excavadora y la retroexcavadora, herramientas clave que se adaptan a las diversas necesidades de estas instalaciones. La excavadora es conocida por su versatilidad y capacidad para realizar movimientos de tierra en grandes volúmenes, mientras que la retroexcavadora combina funciones de excavación y carga en un diseño compacto y eficiente. Ambas máquinas no solo facilitan las operaciones diarias, sino que también contribuyen a garantizar que los rellenos sanitarios cumplan con estándares técnicos y ambientales.

Se analiza la importancia de estas herramientas, sus características principales y sus funciones en el manejo adecuado de los residuos sólidos en rellenos sanitarios.

## Relleno Sanitario

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos, la cual confina la basura en áreas definidas, las compacta para reducir su volumen y las cubre con capas de tierra. Se clasifican en:

- Mecanizado → > 40 T/día
- Semi mecanizado → 16-40 T/día
- Manual → < 26 T/día

## Excavadora

Las excavadoras son máquinas esenciales en la construcción y en proyectos de movimiento de tierra por lo que las partes de una excavadora están diseñadas para funciones clave. Las excavadoras están compuestas por diversas partes que trabajan en conjunto para realizar tareas pesadas como excavar, levantar y mover materiales (MexMaquinariaPesada, Partes de una excavadora, 2024)

### ➤ Partes de la excavadora



*Ilustración 98: Partes de la excavadora*

#### 1. Cucharón

El cucharón es la herramienta de trabajo principal de una excavadora. Está situado al final del brazo y se utiliza para excavar, cargar y mover materiales como tierra, arena, o escombros. Los cucharones pueden variar en tamaño y forma según la aplicación.

#### 2. Brazo

El brazo de la excavadora es la parte extendida que conecta la pluma con el cucharón. Su función principal es alcanzar y mover el cucharón hacia adelante, hacia atrás y hacia abajo. El brazo está controlado por cilindros hidráulicos que permiten una operación precisa y eficiente en diferentes posiciones.

#### 3. Cilindros Hidráulicos del Brazo y de la Pluma

Los cilindros hidráulicos son importantes partes de una excavadora que controlan el movimiento del brazo y la pluma. El cilindro del brazo permite que este se extienda y retraiga, mientras que el cilindro de la pluma controla el movimiento vertical de la pluma.

#### 4. Pluma

La pluma es la parte superior del sistema de excavación, unida al chasis de la excavadora. Sirve como el soporte principal del brazo y del cucharón, permitiendo levantar y bajar estos componentes. La pluma es crucial para alcanzar alturas y profundidades durante la operación.

#### 5. Cabina

La cabina es el espacio donde el operador controla la excavadora. Está equipada con controles intuitivos y una vista panorámica para asegurar precisión en las tareas. Además, la cabina está diseñada para ofrecer comodidad y seguridad, protegiendo al operador de los elementos externos y posibles accidentes.

#### 6. Motor

El motor es el corazón de la excavadora, por lo que es una de las partes de una excavadora más importantes. Este es generalmente alimentado por diésel. Proporciona la potencia necesaria para todas las operaciones, desde el movimiento de la máquina hasta el funcionamiento del sistema hidráulico.

#### 7. Contrapeso

El contrapeso es un bloque de peso añadido en la parte trasera de la excavadora para equilibrar la máquina durante la operación. Ayuda a evitar que la excavadora se vuelque cuando está manipulando cargas pesadas en el cucharón. Es fundamental para la estabilidad y seguridad de la máquina.

#### 8. Corona de Giro

La corona de giro es el mecanismo que permite que la cabina y el sistema de excavación roten 360 grados. Esto permite a la excavadora trabajar en cualquier dirección sin necesidad de moverse de su posición original, lo que aumenta la eficiencia en el sitio de trabajo.

#### 9. Tren de Rodaje

El tren de rodaje es la base de la excavadora y puede estar compuesto por orugas o ruedas, dependiendo del modelo. Este componente soporta el peso de la excavadora y le permite moverse a través del terreno. Las orugas son ideales para terrenos irregulares, mientras que las ruedas son más adecuadas para superficies planas y urbanas.

#### ➤ Funciones de la excavadora en rellenos sanitarios



Ilustración 99: Funciones de la excavadora

➤ **Características de la excavadora**

Modelo 336 Tier-3

Precio: \$148 350 (Incluido IVA)

Tabla 11: Características de la excavadora Modelo 336-Tier 3

<b>Modelo 336-Tier 3</b>		
<b>Marca:</b> CATERPILLAR	<b>Pluma:</b> 6.5 m (alcance)	<b>Longitud transporte:</b> 11.17 m
<b>Potencia neta:</b> 223.5 KW	<b>Brazo:</b> 3.2 m (alcance)	<b>Profundidad máxima de excavación:</b> 7.51 m
<b>Presión máxima:</b> 35000 kPa	<b>Cucharón:</b> 2.12 m <sup>3</sup>	<b>Capacidad de combustible:</b> 600 L
<b>Peso de máquina:</b> 37500 kg	<b>Altura transporte:</b> 3.18 m	<b>Capacidad de giro:</b> 360 °

**Retroexcavadora**

Las retroexcavadoras son una de las piezas más versátiles y esenciales de la maquinaria pesada en la construcción y otros sectores industriales. Están diseñadas para realizar una amplia variedad de tareas, desde la excavación y el transporte de materiales hasta la nivelación de terrenos y la demolición (MexMaquinariaPesada, 2024).

➤ **Partes de la retroexcavadora**



Ilustración 100: Partes de la retroexcavadora

1. Cabina

La cabina es donde el operador controla la retroexcavadora. Protege al operador de las inclemencias del tiempo y de posibles accidentes. Dentro de la cabina se encuentran los controles, el asiento ajustable, y sistemas de visualización que permiten al operador monitorear las funciones de la máquina.

2. Chasis

El chasis es la estructura base de la retroexcavadora que soporta todos los componentes de la máquina, incluida la cabina, el motor y el sistema hidráulico.

### 3. Sistema Hidráulico

Las partes del sistema hidráulico de una retroexcavadora son clave, ya que son responsables de mover los brazos, cucharones y otras partes móviles de la retroexcavadora.

### 4. Motor

El motor es el corazón de la retroexcavadora. Generalmente es un motor diésel que proporciona la potencia necesaria para todas las funciones de la máquina, desde el movimiento hasta la operación de los sistemas hidráulicos.

### 5. Neumáticos u orugas

La retroexcavadora puede estar equipada con neumáticos o, en algunos modelos especializados, con orugas. Los neumáticos son ideales para terrenos suaves y carreteras, mientras que las orugas ofrecen una mayor estabilidad en terrenos accidentados o fangosos.

### 6. Cucharón delantero

El bote delantero, también conocido como cucharón, está montado en la parte frontal de la retroexcavadora y se utiliza para cargar, empujar y transportar materiales como tierra, grava y arena.

### 7. Pluma delantera

La pluma delantera es el brazo que conecta el bote delantero al chasis. Permite levantar, bajar y mover el bote, lo que es esencial para cargar materiales en camiones o mover grandes volúmenes de tierra.

### 8. Brazos de retro excavación

Los brazos de retro excavación se encuentran en la parte trasera de la retroexcavadora y consisten en dos partes principales: la pluma y el brazo.

### 9. Cucharón de excavación

El cucharón de excavación es la herramienta montada en el extremo del brazo trasero. Está diseñado para excavar y recoger materiales como tierra, piedras y escombros.

### 10. Estabilizadores

Los estabilizadores, o patas son partes de una retroexcavadora que se despliegan hacia los lados de la retroexcavadora para mantener la máquina firme durante las operaciones de excavación. Estos estabilizadores evitan que la retroexcavadora se incline o pierda el equilibrio cuando se están realizando tareas pesadas.

### 11. Sistema de rotación

El sistema de rotación permite que la parte superior de la retroexcavadora, incluida la cabina y los brazos de excavación, gire sobre el chasis.

➤ **Funciones de la retroexcavadora en rellenos sanitarios**



*Ilustración 101: Funciones de la retroexcavadora en rellenos sanitarios*

➤ **Características de la retroexcavadora**

Modelo 416

Precio: \$106 000 (Incluido IVA)

*Tabla 12: Características de la retroexcavadora Modelo 416*

<b>Modelo 416</b>		
<b>Marca:</b> CATERPILLAR	<b>Peso de máquina:</b> 11000 kg	<b>Cilindrada:</b> 3.6 L
<b>Potencia neta:</b> 64 KW	<b>Cucharón:</b> 0.96 m3	<b>Modelo de motor:</b> C3.6 70KW
<b>Presión del sistema cargador:</b> 23000 KPa	<b>Peso cucharón de uso múltiple:</b> 745 kg	<b>Velocidad de desplazamiento:</b> 27-40 Km/h
<b>Presión del sistema retroexcavadora:</b> 23000 KPa	<b>Profundidad máxima de excavación:</b> 4.28 m	<b>Estabilización:</b> Desplegable

**Principales diferencias**

Excavadora

- Radio de giro: 360 °

- Elementos: Cucharón
- Transporte: Remolque
- Estabilización: Propia
- Profundidad de excavación: >6 m
- Peso: 37.5 T

#### Retroexcavadora

- Radio de giro: 200 °
- Elementos: Cucharón y pala
- Transporte: Propio
- Estabilización: Sistema desplegable
- Profundidad de excavación: >4 m
- Peso: 11 T

## 17. GEOMEMBRANAS Y GEOTEXTILES APLICADAS EN RELLENOS SANITARIOS – JARA OSCAR

---

La gestión adecuada de los residuos sólidos, especialmente en los rellenos sanitarios, es uno de los mayores retos ambientales a nivel mundial. Implementar soluciones con geomembranas y geotextiles no solo mejora la eficiencia, sino que también protege el medio ambiente al prevenir contaminación y filtraciones.

Las geomembranas y geotextiles son materiales geos sintéticos esenciales en la construcción de rellenos sanitarios, utilizados para prevenir la contaminación del suelo y el agua. Las geomembranas son láminas impermeables, mientras que los geotextiles permiten el drenaje y la estabilización del terreno, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. (GO sintéticos, s.f.)

La gestión de residuos sólidos es un desafío ambiental global, y los rellenos sanitarios son cruciales para su disposición controlada.

Las geomembranas y geotextiles son soluciones técnicas que mejoran la eficiencia de estos rellenos, previniendo filtraciones y protegiendo el medio ambiente.

### **¿Qué son las geomembranas?**

Las Geomembranas son una solución sostenible e inteligente para optimizar recursos naturales y mejorar la calidad del medio ambiente. Forman parte de los geo-sintéticos que son materiales de origen industrial que se usan en obras de ingeniería civil, ambiental y geotécnica

Su principal característica es que sirven para asegurar la estanquidad de un suelo natural o la superficie de una obra que por sí sola no es impermeable en forma duradera y segura, para remediar las pérdidas de agua por infiltración o para evitar la migración de los contaminantes al suelo. Se presentan como láminas delgadas, continuas y estancas a los líquidos y en algunos casos a los gases. Actualmente solo se consideran geomembranas los productos con un espesor funcional superior al milímetro. Otros productos en los que la estanquidad está asegurada únicamente por la presencia de un material arcilloso no se consideran geomembranas, aunque si tengan propiedades de impermeabilidad. (Salazar, 2024)



Ilustración 102. Geomembrana en Relleno Sanitario

Fuente: <https://blog.ldm.la/es/rellenos-sanitarios>

## Tipos de geomembranas utilizado en rellenos Sanitarios

### Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este tipo de geomembrana es altamente recomendado en los rellenos sanitarios debido a su alta resistencia tanto química como mecánica. Esta cualidad le permite resistir de manera efectiva la presión de los desechos depositados y protegerse de la exposición a productos químicos agresivos presentes en los residuos. Su durabilidad y fiabilidad hacen que sea la opción ideal para garantizar la impermeabilidad y protección del entorno en estas infraestructuras fundamentales para la gestión de residuos. (Salazar, 2024)



Ilustración 103. Polietileno de alta densidad (HDPE)

Fuente: <https://www.geocomercial.pe/producto/geomembrana-hdpe-lisa-nominal/>

### Geomembrana bituminosa

La geomembrana bituminosa se fabrica con betún, un material impermeable y resistente a los productos químicos, se suele utilizar en una amplia variedad de aplicaciones, incluidos rellenos sanitarios. Es altamente resistente a los entornos agresivos, son relativamente económicas y fácil de instalar. A su vez, las geomembranas son altamente duraderas, su ángulo de fricción es superior a otras geomembranas y tiene una alta resistencia al punzonamiento. (Salazar, 2024)



Ilustración 104. Geomembrana Bituminosa

Fuente: <https://emaresa.cl/productos/geomembrana-bituminosa-teranap-331-tp/>

### Polietileno de baja densidad (LDPE)

También es común utilizar el polietileno de baja densidad (LDPE) en aplicaciones donde la exigencia no es tan alta, como, por ejemplo, en la impermeabilización de estanques para almacenamiento de líquidos. (Salazar, 2024)



Ilustración 105. Polietileno de baja densidad (LDPE)

Fuente: <https://www.linseis.com/es/wiki-es/polietileno-de-baja-densidad-ldpe-un-resumen/>

### **Geotextiles**

Son telas permeables elaboradas con fibras sintéticas como polipropileno o poliéster. Su función principal es separar, filtrar, reforzar y proteger otras capas dentro del relleno sanitario.

Los geotextiles se colocan como una capa protectora que evita que las geomembranas se perforen por piedras u otros objetos filosos presentes en el terreno.

Los geotextiles tienen las funciones de drenaje, filtración, refuerzo, prevención de erosión y protección. Los geotextiles se aplican en proyectos de carreteras, embalses, vertederos, drenajes, filtración, trabajos hidráulicos. La aplicación de geotextiles en proyectos de obra civil y edificación mejora el rendimiento y la durabilidad de las construcciones. Tex Delta dispone de una amplia gama de geotextiles con diferentes gramajes, espesores, resistencias y diferentes anchos que se adaptan a la multitud de proyectos en los que los geotextiles se pueden aplicar.

Los geotextiles tejidos o no tejidos son materiales compuestos por fibras sintéticas de poliéster o polipropileno, unidos mecánicamente mediante un proceso de agujeteado

### **Tipos de Geotextiles**

**Geotextil no tejido:** utilizados para aplicaciones de drenaje, filtración y separación; Un geotextil no tejido es fabricado a partir de fibras de polímero que son unidas por procesos mecánicos, térmicos, o químicos, en lugar de ser tejidas en un telar. Este proceso crea una estructura de tela flexible, porosa y extremadamente versátil, ideal para aplicaciones que requieren filtración y separación. (Brild, 2024)



Ilustración 106. Geotextil no tejido

Fuente: <https://fullcons.com.ec/blog/que-es-geotextil-no-tejido/>

**Geotextil tejido:** Se entiende como geotextil tejido a aquel material fabricado de forma entrelazada, normalmente en ángulo recto, dos o más conjunto de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos, es decir, se tejen tanto en sentido longitudinal como transversal mediante la ejecución de un procedimiento textil. Su aplicación viene dada principalmente en el sector de la construcción. Se trata pues del tejido más simple de fabricar, también conocido como el método de “uno arriba, uno abajo” con el resultado de una estructura plana. Se utilizan principalmente por su excelente resistencia a la tracción y baja deformidad. (Brild, 2024)

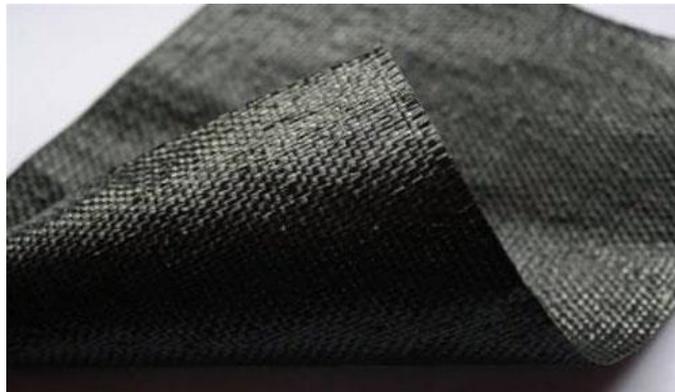


Ilustración 107. Geotextil Tejido

Fuente: <https://texdelta.com/blog/geotextil-tejido-usos-y-aplicaciones/>

## 18. LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS Y TRATAMIENTO CONVENCIONAL – GETIAL STEVEN

---

### Introducción

Los lixiviados son líquidos contaminantes generados cuando el agua se filtra a través de desechos sólidos, como los que se encuentran en los vertederos. Este fenómeno puede ocurrir de manera natural, pero la actividad humana ha acelerado su formación debido a un manejo inadecuado de los residuos. Los lixiviados constituyen una mezcla compleja de contaminantes, que incluyen metales pesados, nutrientes y microorganismos, los cuales se disuelven en el agua durante el proceso de filtración.

La formación de lixiviados se produce en varias etapas, comenzando con la descomposición de la materia orgánica presente en los desechos. Este proceso no solo libera líquidos, sino que también genera una serie de contaminantes que representan riesgos significativos para la salud pública y el medio ambiente. La composición de los lixiviados varía, pero generalmente incluye material orgánico, metales pesados, macrocomponentes inorgánicos y compuestos orgánicos xenobióticos.

El manejo adecuado de los lixiviados es crucial, ya que sus propiedades pueden complicar su tratamiento. Existen diversos métodos convencionales para su tratamiento, que incluyen la recirculación, tratamientos biológicos y fisicoquímicos, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones. Este documento explora en detalle la formación, composición y tratamiento de los lixiviados, así como los factores que influyen en su generación y propiedades, con el objetivo de proporcionar una comprensión integral de este importante tema ambiental.

### ¿Qué son los lixiviados?

Los lixiviados son líquidos que se generan cuando el agua se filtra a través de desechos sólidos, como los presentes en los vertederos. Este proceso puede ocurrir de forma natural; sin embargo, la actividad humana ha acelerado su formación debido al manejo inadecuado de los residuos (Derichebourg, 2024).



*Ilustración 108. Lixiviado*

En términos generales, los lixiviados son una mezcla compleja de contaminantes que incluyen metales pesados, nutrientes y microorganismos, los cuales se disuelven en el agua durante este proceso. Su formación puede deberse a varios factores, como la descomposición de desechos orgánicos, el derrame de líquidos contenidos en envases, o la interacción de la lluvia con residuos solventes. En la mayoría de los casos, los lixiviados resultan de la combinación de todos estos elementos, lo que incrementa su nivel de contaminación y su impacto ambiental.

### ¿COMO SE FORMAN?

El proceso de formación de lixiviados ocurre en varias etapas, comenzando con la descomposición de la materia orgánica presente en los desechos. Durante este proceso, los residuos liberan líquidos que, al filtrarse a través del suelo, generan los lixiviados. Cabe destacar que estos líquidos no se limitan a ser simples productos de la humedad, sino que contienen una amplia gama de contaminantes, incluidos metales pesados y microorganismos, los cuales representan riesgos significativos tanto para la salud pública como para el medio ambiente. (Bellver, 2020)

#### Composición de los lixiviados

- **Material orgánico**



*Ilustración 109. Materia Orgánica*

- Carbohidratos, grasas y proteínas provenientes de restos de alimentos.
- Materia orgánica disuelta, incluyendo:
  - Alcoholes, ácidos, aldehídos y azúcares de cadena corta.
  - Compuestos orgánicos descompuestos (a base de carbono) derivados de plantas y animales.
- **Metales pesados**



*Ilustración 110. Metales Pesados*

- Plomo, cadmio, mercurio, níquel y cobre.
- Fuentes comunes: construcción, minería y fabricación.
- **Macrocomponentes inorgánicos**



*Ilustración 111. Macrocomponentes orgánicos*

- Sulfato, cloruro, hierro, aluminio, zinc y amoníaco.
- Aniones y cationes comunes: hierro, cloruro, sulfato, aluminio, zinc y amoníaco.
- **Compuestos orgánicos xenobióticos**



*Ilustración 112. Compuestos Orgánicos Xenobióticos*

- Medicamentos.
- Aditivos alimentarios.
- Pesticidas.

#### **Factores que influyen en la formación de lixiviados**

**1. Tipo de residuo:**

Los residuos con mayor contenido de materia orgánica, como los restos de alimentos y de jardín, tienden a generar lixiviados más contaminantes debido a su descomposición más intensa.

**2. Cantidad de agua:**

La cantidad de agua que se infiltra en los residuos es un factor determinante en la formación de lixiviados. A mayor volumen de agua, mayor será la cantidad de lixiviado producido.

**3. Temperatura:**

Las altas temperaturas aceleran la descomposición de la materia orgánica, lo que no solo incrementa la cantidad de lixiviados, sino también su toxicidad.

**4. Tiempo de permanencia en el depósito:**

Un mayor tiempo de permanencia de los residuos en el depósito resulta en una mayor cantidad de lixiviado generado, ya que se prolonga el proceso de descomposición.

#### **Factores que influyen en las propiedades de un lixiviado**

**1. Meteorología:**

Las condiciones climáticas, especialmente la cantidad de agua (precipitación), influyen de manera significativa en la dilución de los contaminantes presentes en los lixiviados. Este proceso de dilución puede hacer que el lixiviado sea más tóxico, ya que los contaminantes se dispersan y se disuelven más fácilmente en el agua.

**2. Costumbres poblacionales y situación geográfica:**

Las prácticas de manejo de residuos y las características geográficas del lugar de origen de los residuos influyen directamente en el tipo y la composición de los lixiviados. Los hábitos de consumo y la gestión de residuos determinan la carga de contaminantes presentes en el lixiviado, y las condiciones geográficas pueden afectar la forma en que estos se dispersan y afectan el medio ambiente.

**3. Edad del vertedero:**

Con el paso del tiempo, los lixiviados tienden a estabilizarse. Este proceso ocurre debido a diversas

reacciones naturales que tienen lugar en el vertedero, como la descomposición de la materia orgánica y la interacción con los microorganismos del sitio.

Las propiedades de los lixiviados complican su manejo adecuado. Estos líquidos presentan un pH variable, que puede ser tanto ácido como alcalino, lo que afecta su toxicidad y su capacidad para contaminar el medio ambiente. Además, los lixiviados pueden tener una alta demanda biológica de oxígeno (DBO), un indicador clave de la contaminación orgánica presente, lo que refleja la cantidad de materia orgánica susceptible de ser descompuesta por microorganismos.

Tabla 13. Características de los Lixiviados (Edad)

Tipo	Edad	Características	pH	AGV, %	DBO/DQO
Joven	3-12 meses	Son biodegradables.	< 6,6	70-90	>0,3
		Carga orgánica derivada de ácidos carboxílicos y ácidos grasos volátiles (AGV)			
Maduro	1-5 años	Características intermedias entre las otras dos categorías	6,5-7,5	10-30	0,3-0,1
Viejo	>5 años	Poco biodegradables. La carga orgánica está constituida por moléculas complejas de alto peso molecular (ácidos húmicos y fúlvicos)	>8	≈ 0	< 0,1

### Propiedades de los lixiviados

La caracterización de un lixiviado de vertedero incluye parámetros como:

1. **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Indica la concentración total de materia orgánica.
2. **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** Mide la materia orgánica biodegradable.
3. **Relación DBO/DQO:** Determina la biodegradabilidad del lixiviado.
4. **Carbono Orgánico Total (COT):** Refleja la cantidad de carbono en compuestos orgánicos.
5. **Otros:** Color, amonio, pH, alcalinidad, potencial de oxidación-reducción y metales pesados.
6. Evolución de los lixiviados según su edad
  - **Lixiviados jóvenes:**
    - Altas concentraciones de DQO, DBO, ácidos grasos volátiles (AGV), amonio y alcalinidad.
    - Alta relación DBO/DQO, bajo potencial de oxidación-reducción y color negro.
    - Alta biodegradabilidad, lo que permite una mayor eficacia en tratamientos biológicos.
  - **Lixiviados viejos:**
    - Predominio de materia orgánica recalcitrante.

- Alta DQO y baja DBO, lo que dificulta la eficacia de tratamientos biológicos.
- 7. **Color:** Relacionado con la presencia de materia orgánica. Su eliminación reduce tanto el color como la carga orgánica. Procesos como  $O_3$ ,  $O_3/UV$  y  $H_2O_2/UV$  logran eficacias de eliminación de color entre el 52 % y el 100 % (Wang et al., 2003).
- 8. **Alcalinidad:**
  - Presente en altas concentraciones en lixiviados jóvenes y viejos.
  - Tratamientos: En procesos biológicos, parte de la alcalinidad es consumida. Su eliminación se realiza mediante la adición de ácidos, lo que reduce el pH.
  - Impacto del pH: Un descenso del pH favorece procesos como la coagulación-floculación, pero puede perjudicar tratamientos biológicos si no se ajusta al pH óptimo para las bacterias. (Vilar Montesinos, 2015)

### **Tratamientos convencionales**

#### **Recirculación**

La recirculación consiste en el retorno del lixiviado al propio vertedero con el objetivo de optimizar su manejo. Este método resulta especialmente útil en zonas de baja pluviometría, ya que fomenta la evaporación y absorción sobre los residuos. Además, el incremento del pH dentro del vertedero favorece la precipitación de metales pesados, reduciendo su movilidad y potencial contaminante. A través de la actividad biológica en el vertedero, los ácidos orgánicos presentes en el lixiviado se convierten en metano ( $CH_4$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ), lo que puede mejorar el rendimiento energético si se aprovecha el biogás generado. Sin embargo, esta alternativa es viable únicamente durante la fase operativa del vertedero.

#### **Tratamientos Biológicos**

Los tratamientos biológicos aprovechan la acción de microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en los lixiviados. Estos procesos pueden ser aerobios (con oxígeno), anaerobios (sin oxígeno) o combinados. Tradicionalmente, se utilizaba el lagunaje, donde el lixiviado se deposita en lagunas que permiten la acción natural de las bacterias. Sin embargo, este método ha evolucionado hacia sistemas más sofisticados, como los reactores biológicos, que optimizan el espacio y la eficiencia del tratamiento. Los productos finales de estos procesos son generalmente moléculas pequeñas y no tóxicas, lo que los convierte en una solución eficaz, especialmente para lixiviados jóvenes.

#### **Tratamientos Físicoquímicos**

Los tratamientos físicoquímicos complementan los biológicos al enfocarse en la eliminación de contaminantes específicos, como metales pesados y sólidos suspendidos. Entre los métodos más empleados destacan:

- **Precipitación química:** Se basa en ajustar el pH del lixiviado, generalmente mediante la adición de cal, para favorecer la precipitación de metales pesados. Este proceso es esencial para reducir su toxicidad y evitar su migración al medio ambiente.

- **Coagulación-floculación:** Utiliza coagulantes, como sales de aluminio o hierro, para desestabilizar los coloides presentes en el agua. Posteriormente, se añaden floculantes que facilitan la formación de flóculos, lo que permite eliminar hasta un 75% de los sólidos en suspensión, aunque su eficacia es limitada para la materia orgánica.
- **Oxidación química:** Emplea agentes oxidantes, como cloro, hipoclorito cálcico, permanganato potásico o peróxido de hidrógeno, para reducir la materia orgánica y los olores asociados. Este proceso también tiene propiedades bactericidas, lo que mejora la calidad del lixiviado tratado.

#### 19. TRAMPAS DE GRASAS – YUGCHA CRISTIAN

---

Las trampas de grasa consisten en un sistema mecánico que, mediante una serie de compartimentos especiales en un tanque, separa del agua aquellos residuos sólidos y restos de grasa, evitando que avancen por el sistema de cañería y desagüe.

De esta forma se mantiene una circulación fluida sin obstrucciones, impidiendo la acumulación de sustancias indeseadas. Así las aguas vertidas pueden proseguir con seguridad hacia los sistemas de evacuación y tratamiento.

Las trampas de grasa se utilizan en lugares muy proclives a ese tipo de acumulación, ya sea por las características de los elementos que necesitan del agua para su tratamiento o por la suma de residuos que conlleva el flujo alto y constante de líquido.

Por ello suelen ser indispensables en lugares de elaboración y preparación de alimentos, tales como plantas, restaurantes, hoteles o negocios de comidas rápidas.

#### **Mantenimiento de una Trampa de Grasa**



*Ilustración 113 - Trampa de grasas*

Fuente: (Wastech, 2016)

No todas las trampas de grasa son iguales. Tanto sus materiales y capacidad deben definirse por los criterios de un experto en gestión de residuos.

Este no sólo tiene a cargo el proceso de su construcción y mantenimiento, sino la responsabilidad de evitar que los residuos orgánicos provoquen obstrucciones y malos olores, lo que puede aumentar el riesgo de contaminación de los alimentos e incluso provocar el reemplazo de las cañerías.

Usualmente se construyen en acero inoxidable o cemento, aunque también se utilizan materiales plásticos y resistentes.

Sus dimensiones irán en proporción con las necesidades específicas de cada establecimiento, y por eso podemos encontrarlas de 50 a 100 litros en una cocina importante, hasta cifras de 45000 litros en una gran planta industrial.

Pero sea cual sea su tamaño, el mantenimiento de una trampa de grasas es ineludible como una responsabilidad de salud pública y debe ser hecho por un profesional competente. (Wastech, 2016)

Fuente: <https://wastechcr.com/2016/02/24/trampas-de-grasa/>

## **Tipos de trampas de grasa**

### **1. Trampas de grasa pasivas**

Los separadores de grasas pasivos se basan en el principio de la gravedad para separar los residuos de las aguas residuales. A medida que las aguas residuales fluyen hacia la trampa, la velocidad disminuye, permitiendo que los FOG suban a la superficie debido a su menor densidad. Mientras tanto, los sólidos se depositan en el fondo de la trampa. La grasa atrapada forma una capa sobre el agua, mientras que el agua, relativamente más limpia, sale por un tubo de salida.

Los separadores de grasa pasivos se presentan en varios diseños, como los hidromecánicos, los de gravedad y los combinados, cada uno de los cuales ofrece distintos niveles de eficacia y requisitos de mantenimiento.

### **2. Unidades automáticas de recuperación de grasa (URAG)**

Las unidades automáticas de recuperación de grasa (AGRU) son sistemas avanzados de trampas de grasa que emplean dispositivos mecánicos para mejorar la separación y eliminación de FOG de las aguas residuales. A diferencia de las trampas pasivas, las AGRU están equipadas con motores, bombas y sensores para automatizar el proceso de eliminación de la grasa.

Las unidades AGRU utilizan técnicas como el desnatado, la centrifugación o la flotación por aire para extraer eficazmente la grasa del flujo de aguas residuales. Estas unidades son ideales para cocinas comerciales de gran volumen e instalaciones en las que la eliminación manual de la grasa puede resultar poco práctica o insuficiente.

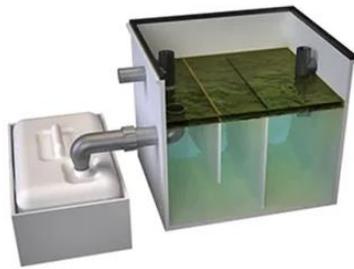
En las secciones siguientes, exploraremos el funcionamiento, mantenimiento y soluciones innovadoras asociadas con las trampas de grasa, proporcionando información valiosa para los operadores comerciales que buscan optimizar sus prácticas de manejo de la grasa. (AQUAQUIK, 2000)



*Ilustración 114 - Colector de grasas*

Fuente: <https://www.aquaquick2000.com/es/que-es-una-trampa-de-grasa-limpia/?utm.com#B> Types of Grease Traps

**Trampas de grasa mecánicas.** Utiliza una malla o un filtro para retener la grasa y las partículas sólidas.



*Ilustración 115 - Trampa de Grasa mecánica*

Fuente: (Prolim, 2022)

**Trampas de grasa de lodo.** Utiliza un compuesto especial para atraer y retener la grasa.



*Ilustración 116 - Trampa de Grasa de lodo*

Fuente: (Prolim, 2022)

**¿Cuáles son los principales problemas que presenta una trampa de grasa?**

**Obstrucción:** La acumulación de grasa y otras partículas sólidas puede causar obstrucciones en las tuberías de drenaje, lo que puede dificultar o impedir el flujo de agua.

**Olores desagradables:** La acumulación de grasa y residuos en la trampa puede causar malos olores en las tuberías de drenaje y en los ambientes cercanos a las mismas.

**Problemas de saneamiento:** Si la trampa de grasa no se limpia y mantiene adecuadamente, puede permitir que la grasa y los residuos se escapen a las tuberías de drenaje y a los sistemas de alcantarillado, lo que puede causar problemas de saneamiento.

**Pérdida de eficacia:** Si no se limpia regularmente, la trampa de grasa puede dejar de funcionar correctamente, lo que permitiría el paso de grasa y otros residuos, causando los problemas mencionados previamente.

**Problemas legales:** En algunos países, existen regulaciones y normas para el manejo de residuos de grasa en las instalaciones de cocina y en las redes de alcantarillado, no cumplir con estas regulaciones puede acarrear sanciones y multas.

*Para evitar estos problemas, es importante realizar un tratamiento de desazolve y seguir las instrucciones del fabricante para su uso adecuado. (Prolim, 2022).*

## 20. EQUIPOS DE TRITURACIÓN PARA RESIDUOS – LOJA JONATAN

---

### ¿Qué son equipos trituradores?

Los equipos de trituración son maquinarias esenciales en industrias como la minería, la construcción y el reciclaje porque reducen el tamaño de materiales sólidos grandes en partículas más pequeñas mediante la aplicación de fuerza mecánica.

Triturar es esencial para:

1. Reducir el tamaño de los materiales\*: Facilita el manejo, transporte y almacenamiento.
2. Preparar materiales para procesos posteriores\*: Mejora la eficiencia en la molienda, separación, y otros procesos industriales.
3. Aumentar la superficie específica\*: Favorece reacciones químicas y procesos de tratamiento.
4. Reciclar y reutilizar\*: Permite el procesamiento y reutilización de materiales de desecho.
5. Optimizar el uso de recursos\*: Reduce costos y aumenta la eficiencia en la producción.

El uso de este tipo de máquinas es muy beneficioso para los centros ecológicos, los vertederos, los centros de demolición de vehículos antiguos y todas las organizaciones involucradas en la gestión y recuperación de desechos. (Lauritzen & Hahn, 1997)

## Tipos de trituradores y sus características

Existe una gran variedad de tipos de trituradoras de desechos, pero se diferencian en función de los materiales que están destinados a triturar, el tamaño y las condiciones en las que se utilizan. A continuación, se enumeran las trituradoras más importantes en función de los desechos que se manejan con frecuencia en nuestro entorno.

### 1. Trituradores de lavaplatos

Un triturador de lavaplatos, también conocido como triturador de basura, es un dispositivo que se encuentra bajo el fregadero de la cocina y está destinado a triturar los restos de comida en fragmentos pequeños. Funciona a través de un motor eléctrico que hace girar cuchillas o discos que descomponen los desechos orgánicos, lo que facilita su eliminación a través del sistema de drenaje. Estos dispositivos ayudan a mantener la cocina limpia, reducir la cantidad de basura orgánica en los vertederos y mejorar la gestión de desechos domésticos. (López, 2022)



*Ilustración 117 - Triturador lavaplatos.*

**Fuente:** <https://www.eurofontcanarias.es/consejos/evitar-que-colapse-el-triturador-de-alimentos/>

### 2. Triturador de plásticos.

Los trituradores para plásticos son máquinas diseñadas para reducir el tamaño de materiales plásticos mediante la fragmentación en partículas más pequeñas. Estos dispositivos funcionan a través de un sistema de cuchillas o rodillos que cortan y descomponen el plástico, facilitando su reciclaje y reutilización. Los trituradores para plásticos se utilizan en industrias de reciclaje, fabricación y gestión de residuos para procesar productos como botellas, envases, tuberías y otros artículos de plástico. Al triturar el plástico, se optimiza el almacenamiento, el transporte y el posterior procesamiento del material, contribuyendo a la sostenibilidad y a la reducción del impacto ambiental.



*Ilustración 118 - Triturador de plásticos.*

Fuente: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/242683-Que-son-las-maquinas-trituradoras-de-plasticos-y-para-que-sirven.html>



*Ilustración 119 - Funda de neopreno elaborada a partir de botellas recicladas.*

Fuente: <https://www.gastronomiaycia.com/funda-de-neopreno-elaborada-con-plastico-de-botellas-recicladas-para-concienciar-sobre-la-contaminacion-de-los-oceanos/>

Cabe recalcar que los procesos de reciclaje del plástico varían en gran medida de acuerdo con el tipo de polímeros del que está conformado. Principalmente a partir del proceso de trituración del plástico se proceden a realizar varios subprocesos que permiten aprovechar el plástico y obtener. Los principales usos que tiene el plástico reciclado son velas y lonas, cuerdas, hilos, textiles, bolsas industriales y para residuos, botellas de detergentes, tubos, uso agrícola, muebles de jardín, vallas, tuberías, cajas, sillas, accesorios de oficina y elementos plásticos para el hogar como cubos de basura. (Recytrans, 2013).

### **3. Trituradores para neumáticos.**

Los trituradores de neumáticos son máquinas industriales diseñadas para descomponer y reducir el tamaño de neumáticos usados en fragmentos más pequeños. Estas máquinas utilizan una combinación de cuchillas rotatorias, rodillos y otros mecanismos de corte para romper los neumáticos en trozos manejables, que luego pueden ser procesados para su reciclaje. Los trituradores de neumáticos son fundamentales en la gestión de residuos de neumáticos, ya que facilitan la recuperación de materiales valiosos como el caucho, el acero y las fibras textiles, que pueden ser reutilizados en la fabricación de nuevos productos. Este proceso no solo ayuda a reducir el volumen de residuos de neumáticos en los vertederos, sino que también contribuye a la sostenibilidad al promover el reciclaje y la reutilización de materiales, disminuyendo la necesidad de recursos vírgenes y reduciendo el impacto ambiental. (Pérez et al., 2021)



*Ilustración 120 - Trituradores para neumáticos.*

Fuente: <http://www.tiresspa.com/es/neumaticos-trituradoras.html>

Por ejemplo, las trituradoras de neumáticos se utilizan para romper neumáticos de desecho de equipos especiales, reciclar alambre de neumáticos, caucho, fácil de reprocesar, para lograr el uso racional de los recursos de reciclaje, conservación de energía y reducción de emisiones.



*Ilustración 121 - Polvo de caucho.*

Fuente: <https://recicladedecauchoyplastico.com/caucho-molido-polvo/>

Existen un sinnúmero de tipos de trituradoras de llantas que varían de acuerdo con su tamaño y a las cantidades de neumáticos que van a procesar usualmente. El caucho obtenido se puede aprovechar en:

- Asfalto de caucho
- Césped artificial
- Pistas de atletismo y canchas deportivas
- Material de relleno en construcción
- Aislamiento acústico
- Combustible derivado de neumáticos (TDF)
- Material de jardinería y paisajismo
- Suelo para parques infantiles
- Productos de caucho reciclado

#### **4. Trituradores de papel.**

Los trituradores de papel son dispositivos mecánicos o eléctricos diseñados para destruir documentos y papeles en tiras o partículas pequeñas, evitando la recuperación o la lectura de información confidencial o sensible. Estos equipos son comunes en oficinas, bancos y hogares para proteger la privacidad y evitar el robo de identidad. Ellos funcionan mediante la alimentación del papel a través de un conjunto de cuchillas afiladas que cortan el material en pedazos uniformes. Los trituradores de papel tienen una amplia gama de capacidad y tamaño, y pueden procesar una variedad de tipos de papel, como grapas y clips. (Locht Moisen, 1994)



*Ilustración 122 - Trituradores de papel.*

**Fuente:** <https://www.deskidea.com/blog/destructoras-papel-como-icono-peliculas/>

#### **5. Trituradores de madera.**

El proceso de trituración consiste en reducir a partículas y fibras a los restos de madera. La composición de este tipo de madera es variada, pero por lo general no deben contener restos de clavos o a su vez otros objetos que

puedan afectar la trituradora. La reutilización de estas fibras consiste en hacer una mezcla de virutas y madera triturada con colas especiales, que luego se comprime. Este proceso es barato, permite aprovechar cualquier resto de madera y aguanta bien la humedad y la sequedad por lo que se usa principalmente en la fabricación de muebles, una desventaja es que no pueden ser muy finos y se les suele poner algún recubrimiento para que no se vaya desmoronando con el uso. (Fernández & Ignacio, 2021)



*Ilustración 123 - Madera prensada.*

**Fuente:** [https://www.freepik.es/fotos-premium/laminas-madera-prensada-osb-apiladas-materiales-construccion-tiendas\\_30388097.htm](https://www.freepik.es/fotos-premium/laminas-madera-prensada-osb-apiladas-materiales-construccion-tiendas_30388097.htm)

## 6. Trituradores de vidrio



*Ilustración 124 - Trituradores de vidrio.*

**Fuente:** <https://ciclotec.cl/bb04/>

Durante el proceso de reciclado del vidrio, una vez que se ha limpiado y se ha separado por colores, llega la fase del triturado, en la que se obtiene lo que se conoce como calcín. Posteriormente, el vidrio triturado se criba para eliminar las piezas con tamaños superiores al permitido; y, después, se almacena y se limpia para eliminar los restos de plásticos y etiquetas de papel. (Flores-Alés et al., 2018)

## INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La incineración de residuos consiste en la combustión completa y controlada de los elementos orgánicos que están presentes en los residuos hasta convertirlos en ceniza y gases. Estos restos pueden ser empleados para generar energía a través de un proceso de valorización energética. (thecircularcampus, 2024)



*Ilustración 125 - Incineración de residuos sólidos.*

Fuente: <https://opinionsur.org.ar/joven/incinerar-la-basura-%C2%BFes-la-solucion/>

### PRINCIPALES OBJETIVOS

1. Reducción del peso y volumen de los residuos
2. Recuperación de energía
3. Reducción de la peligrosidad de los residuos (Hospitalarios)

### TIPOS DE INCINERADORES

#### 1- Incinerador fijo uso del hogar

Estos incineradores de residuos diarios representan una solución sencilla y rentable para la eliminación de cargas a gran escala o por lotes de residuos médicos, generales y biológicos. Están disponibles en capacidades de 25 kg/hora hasta 400 kg/hora. Es posible alcanzar capacidades aún mayores, pero generalmente requieren una solución a medida con componentes de carga automática y eliminación de cenizas.

#### Aplicaciones típicas

- Comunidades remotas
- Islas
- Aeropuertos y terminales marítimas
- Campamentos

- Talleres
- Granjas
- Militares
- Hospitales

Para garantizar la destrucción efectiva de los productos de combustión de la unidad, incorporamos una cámara de combustión secundaria de oxidación térmica de alta capacidad. Dependiendo de las necesidades del proyecto y del lugar, la cámara secundaria puede diseñarse para funcionar con un período mínimo de residencia del gas que va desde 0.5 segundos hasta 2 segundos completos a un mínimo de 850°C (1562°F). (Matthews, n.d.-a)



*Ilustración 126 - Incinerador fijo uso del hogar.*

Fuente: <https://matthewsenvironmentalsolutions.com/es/incineracion-de-residuos/tipos-de-incineradores?view=article&id=152:incineradores-fijos-para-el-hogar&catid=36>

## **2- Incineradores fijo gran escala**

Gran capacidad. Permite quemar grandes cantidades de líquidos, sólidos, fangos y pastas, así como suelos y desechos envasados. Por su gran capacidad y al ser un incinerador a gran escala tiene la capacidad de funcionar las 24 horas al día. Temperatura elevada (1 200 °C); alta tasa de rendimiento, de hasta un 99,99995 por ciento; lavado de gases eficaz y una excelente transformación de residuos.



*Ilustración 127 - Incineradores fijo gran escala.*

Fuente: <https://cecomex.com.ec/producto/incineradores-de-residuos/>

### **3- Incinerador móvil**

Los sistemas de incineración móviles ofrecen un despliegue rápido, un funcionamiento seguro y un uso extremadamente eficiente del espacio. Se utilizan en bases militares, campamentos de trabajo, establecimientos ganaderos, autoridades aeroportuarias, islas aisladas y bases polares de todo el mundo. (Matthews, n.d.-b)

#### Incineradores montados en remolque

Para facilitar el acceso inmediato a lugares remotos, como granjas o zonas de desastre, el incinerador se construye junto con un generador y un depósito de combustible en un remolque de plataforma.

Los remolques robustos y duraderos, contruidos para soportar un uso riguroso y continuo, se utilizan para fijar de forma segura nuestros incineradores Surefire®, de menor rendimiento. Estos modelos están disponibles para la eliminación de cadáveres de animales, residuos generales y hospitalarios y se utilizan en instalaciones de gestión de residuos compartidas, clínicas y hospitales remotos, zonas de ayuda en caso de catástrofe y campamentos de trabajo, granjas y centros de investigación veterinaria, donde no se puede acceder a instalaciones de eliminación de residuos estáticas.

El incinerador se instala, junto con un generador y un depósito de combustible, en un remolque de plataforma. Para acelerar el tiempo de preparación de la puesta en marcha, el incinerador incorpora una chimenea abatible que le permite colocarse en posición horizontal durante el transporte. (Matthews, n.d.-b)

- Tamaño de la plataforma: 4.23 m de largo x 2.25 m de ancho
- Peso bruto máximo: 3.500Kg
- Cabecera desmontable

- Laterales desplegados y trampilla
- Rampa de carga
- Estructura de acero adicional para asegurar el incinerador
- Pruebas y validación
- Cubierta de lona



Ilustración 128 - Incinerador móvil

Fuentes: <https://matthewsenvironmentalsolutions.com/es/incineracion-de-residuos/tipos-de-incineradores?view=article&id=156:incineradores-moviles&catid=36>

## RESIDUOS QUE NO SE PUEDEN INCINERAR

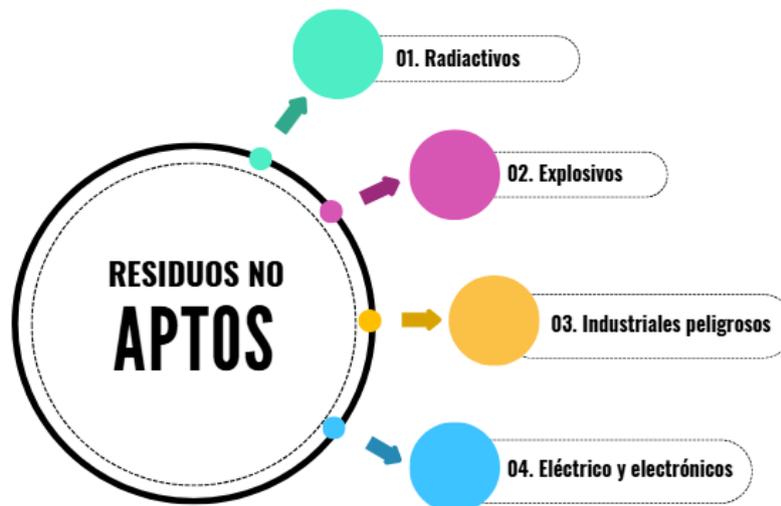


Ilustración 129 - Residuos no aptos para incineración

Fuentes: Velastegui, D (2025)

## PARTES DE UN INCINERADOR

Según Siebenthaler (2018) nos indica que una incineradora estándar cuenta con los siguientes [componentes](#):

- Cámara primaria o de combustión. Es donde se cargan y encienden los desechos.
- Cámara secundaria o de postcombustión. Obligatoria por ley en Europa, Estados Unidos, Australia o Canadá, esta segunda cámara está destinada a prevenir la formación de partículas dañinas. La normativa de diversos países establece que los gases permanezcan en esta cámara durante al menos 2 segundos a 850 °C.
- Chimenea. La mayor parte de las incineradoras cuentan con chimeneas de al menos 3 metros de altura.
- Panel de control y termopares. Desde aquí se controla todo el proceso y el buen funcionamiento de las máquinas.
- Quemadores. Suelen ser de gas con bajo NOx o de flujo modulado.
- Tanques de combustible. Deben estar adecuadamente resguardados y protegidos.

Fases de la incineración de residuos



*Ilustración 130 - Partes de un incinerador.*

Fuentes: <https://www.yuesenmed.com/products/gas-purification-system-for-incinerator-ysfs-wq-1505>

## **PROCESO DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS**

- Clasificar. En esta fase se separan y clasifican cuidadosamente los desechos antes de su incineración. Es fundamental separar cualquier elemento susceptible de ser reciclado, con excepción de los residuos hospitalarios que puedan encontrarse mezclados con residuos biocontaminados.
- Triturar. Consiste en normalizar el tamaño de partícula y agregar aire a la mezcla.
- Secar. Para evitar que la humedad afecte al proceso de incineración.
- Fijar el tamaño del lote. Llenar en exceso el incinerador de desechos es poco eficiente ya que ralentiza el proceso.
- Eliminar las cenizas. Una vez que la cámara de incineración se ha enfriado.

(Siebenthaler, 2018)

## INCINERADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR

Ecuador cuenta con varias instalaciones especializadas en la incineración de residuos sólidos y peligrosos:

- Incinerox Cía. Ltda. (Quito): Incineración de desechos médicos y químicos, con capacidad de 12 toneladas por día en Pintag.
- G&M Tratamiento Integral de Desechos (Quito): Incineración y esterilización de residuos sanitarios y peligrosos.
- Veolia Ecuador (Guayaquil): Soluciones ambientales, incluyendo incineración de residuos peligrosos con tecnología avanzada.
- EMGIRS-EP (Quito): Gestión integral de residuos sólidos; subcontrata la incineración a gestores privados.

### 22. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS – SAMANIEGO JORDI

---

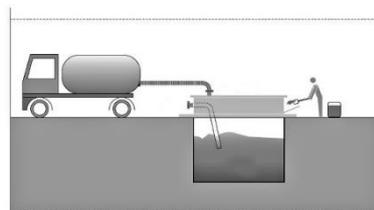
Una estación de transferencia de residuos sólidos es un componente esencial dentro del sistema integral de gestión de residuos, diseñado para optimizar el transporte y manejo de los desechos generados en áreas urbanas y rurales. Estas instalaciones actúan como puntos intermedios donde los residuos recolectados en camiones de menor capacidad son transferidos a vehículos de mayor volumen para su posterior traslado a rellenos sanitarios, plantas de reciclaje, o instalaciones de tratamiento (Bravo, 2023).



*Ilustración 131 - Estaciones de Transferencia*

**Fuente:** <https://www.serambiental.com/estacion-de-transferencia/>

La implementación de estaciones de transferencia tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia, reducir los costos operativos y minimizar el impacto ambiental del manejo de residuos. Al disminuir los trayectos directos hacia los sitios de disposición final, se optimizan los tiempos de operación y se reduce el consumo de combustibles, contribuyendo a una gestión más sostenible. Además, pueden incluir procesos de compactación y separación de materiales reciclables, promoviendo una economía circular (González, 2009).



*Ilustración 132 - Estaciones de Transferencia Directa*

Fuente: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento-del-sistema/conduccion/estaci%C3%B3n-de-transferencia>

## **Tipos de estaciones de transferencia**

### **1.1.1 Operación De Descarga**

Existen dos tipos de estaciones de transferencia en cuanto a la operación de descarga, la directa y la indirecta.

La directa emplea la gravedad para el traslado de la basura de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia y la indirecta utiliza locales de almacenamiento, además de equipos mecanizados, para mover la basura y alimentar los vehículos de transferencia. (Pinzon, 2025).

#### **Características de las estaciones de transferencia de carga directa**

- Los camiones recolectores descargan directamente en vehículos de transferencia.
- No existe capacidad de almacenamiento de basura, lo que requiere la disponibilidad constante de un vehículo de transferencia.

#### **Desventajas**

- Dependencia de la disponibilidad inmediata de vehículos de transferencia, lo que puede generar retrasos si no están listos.
- Posibilidad de filas de camiones recolectores en horas pico, aumentando la necesidad de vehículos de transferencia.

#### **Ventajas**

- Evitan el almacenamiento y manejo prolongado de basura, reduciendo impactos ambientales y de salubridad.
- Son más adecuadas en áreas urbanas si cuentan con una buena programación y mantenimiento.

#### **Equipos utilizados**

- Estaciones con vehículos cerrados pueden incorporar sistemas de compactación.
- En estaciones con vehículos abiertos, se usan brazos hidráulicos para nivelar la carga, aunque en su ausencia esta tarea debe hacerse manualmente, dificultando el trabajo de los operarios.

#### **Características de las estaciones de transferencia de descarga indirecta**

Disponen de espacios específicos como fosos, patios o silos para almacenar temporalmente los residuos antes de transferirlos a los vehículos de mayor capacidad.

#### **Tipos de sistemas utilizados**

- Fosos con fondo móvil: Utilizan correas transportadoras para elevar los residuos a la altura necesaria para cargar los vehículos de transferencia.

- Puentes-grúas: Remueven los residuos del foso y los transfieren a los vehículos.
- Topadoras de oruga y palas cargadoras: Utilizadas según el nivel del patio respecto a los vehículos de transferencia.
- Silo con palanca de empuje: Equipo hidráulico con capacidad de almacenamiento pequeña (50-70 m<sup>3</sup>).

### **Ventajas**

- Los camiones recolectores no necesitan esperar para descargar sus residuos.
- Permite reducir el tamaño de la flota de vehículos de transferencia, ya que el almacenamiento intermedio absorbe los picos de llegada de los recolectores.

### **Desventajas**

- Riesgo de fallas electromecánicas en los equipos, lo que puede afectar toda la operación.
- Impacto ambiental y sanitario debido al almacenamiento de residuos en áreas urbanas.

### **1.1.2 Procesamiento De Los Residuos**

Dependiendo básicamente de las características de la basura y del tipo de vehículo de transferencia utilizado, los residuos pueden o no ser procesados en las estaciones de transferencia.

#### **Transferencia sin procesamiento**

En este sistema, los residuos se transfieren en su estado original, compactados previamente en los camiones recolectores que cuentan con equipos de compactación.

#### **Densidad de los residuos**

Es ideal para residuos de densidad alta o media, con una compactación de aproximadamente 400 kg/m<sup>3</sup>. Esta condición es común en las ciudades de Latinoamérica tras la compactación realizada por los camiones recolectores (Pinzon, 2025).

### **1.2 Criterios técnicos para la ubicación de estaciones de transferencia**

Las estaciones de transferencia deben ubicarse cerca de las zonas donde se generan los residuos y en el camino hacia los sitios de tratamiento o disposición final. Esto ayuda a reducir los costos de transporte. Para minimizar los impactos ambientales y las molestias a las personas, es importante cumplir con las siguientes recomendaciones (Bravo, 2023).

- Distancia a lugares sensibles

Deben estar al menos a 200 metros de lugares donde se reúne mucha gente, como escuelas, mercados, hospitales, iglesias y terminales de transporte.

- Acceso vial adecuado

Deben estar en calles o carreteras con pavimento que soporte el peso de vehículos pesados y un ancho mínimo de 14 metros, para facilitar el ingreso y salida sin afectar el tráfico.

- Ubicación en áreas abiertas

Si el área de descarga de residuos no está cerrada, la estación debe estar al menos a 200 metros del límite urbano de la localidad (Gómez, 2016).

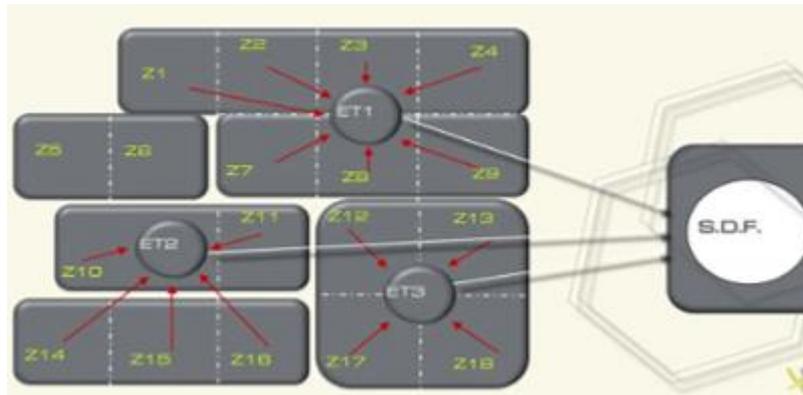


Ilustración 133 - Simulación

Fuente: <https://es.slideshare.net/LimaBravo2/estacion-de-transferencia-diseo-datapdf>

### 1.3 Equipamiento

Todas las estaciones de transferencia deberán contar con el siguiente equipamiento

- Montacargas o cargador frontal para el acarreo, empuje o acomodo de residuos.
- Señalamientos sobre áreas de trabajo y para protección civil.
- Extinguidores o equipo para control de incendios.
- Báscula.

### 1.4 Normativas

En Ecuador existen normativas específicas que regulan las estaciones de transferencia de residuos sólidos no peligrosos.

El Acuerdo Ministerial No. 028, que sustituye el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), establece en su artículo 75 los requisitos que deben cumplir estas estaciones (Pozo, 2015a).

Además, el Acuerdo Ministerial No. 061 reforma el Libro VI del TULSMA y detalla en sus artículos 56 y 57 las responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, incluyendo la planificación y operación de estaciones de transferencia (Pozo, 2015b)

Estas normativas abarcan aspectos como la ubicación, diseño, operación y mantenimiento de las estaciones de transferencia, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y proteger la salud pública.

## 1.5 Estaciones de transferencia de residuos sólidos en Ecuador

### Estación de Transferencia Norte (ET Norte)

- Ubicación: Avenida De las Palmeras E11-73 y Av. Eloy Alfaro.
- Operación: Recibe y almacena los residuos generados en la zona centro-norte del Distrito Metropolitano de Quito. Cuenta con 11 andenes, de los cuales tres están destinados a la separación de material reciclable, integrada por 257 recicladores que operan en turnos diurno y nocturno. Mensualmente, se recuperan aproximadamente 580 toneladas de material reutilizable, incluyendo botellas de plástico PET, aluminio, cartón, papel y vidrio (Sembrar Esperanza, 2025a)



Ilustración 134 - Estación de transferencia Norte Quito

**Fuente:** <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-filter>

### Estación de Transferencia Sur (ET Sur)

- Ubicación: Avenida Simón Bolívar, junto al Parque Metropolitano del Sur.
- Operación: Es una estación de carga directa de alta capacidad con compactadora de desechos, que recibe los residuos generados en la zona sur de Quito. El área de transferencia tiene una superficie de 1.800 m<sup>2</sup>. Los residuos ingresan y son depositados temporalmente en el galpón de transferencia; luego, una cargadora frontal los empuja hacia la tolva, que conecta con el sistema de compactación (Sembrar Esperanza, 2025b).



Ilustración 135 - Estación de transferencia Sur Quito

**Fuente:** <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-accordion>

## BIBLIOGRAFÍA

---

- (08 de Diciembre de 2020). Obtenido de Contenedores de reciclaje ¿Cómo usarlos?: <https://www.manosverdes.co/como-usar-contenedores-de-reciclaje/>
- (21 de Enero de 2020). Obtenido de Tipos de contenedores de reciclaje: ¿Qué depositar en cada uno?: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/contenedores-reciclaje-que-depositar/>
- (22 de Enero de 2025). Obtenido de Contenedores de residuos: Todo lo que necesitas saber: <https://www.grupotatoma.com/noticia.php/es/contenedores-industriales-para-gestion-de-residuos/180>
- (22 de Enero de 2025). Obtenido de Recytans.com: <https://www.recytrans.com/blog/contenedores-de-residuos/>
- Alicate, A. d. (06 de 08 de 2021). *Recogida selectiva de residuos sólidos urbanos*. Obtenido de <https://www.alicante.es/es/contenidos/recogida-selectiva-residuos-solidos-urbanos>
- Álvarez, D. (2024). Obtenido de <https://concepto.de/bateria/>
- AQUAQUICK. (2000). *¿Qué es un colector de grasa y cómo mantiene limpia la cocina?* Obtenido de *¿Qué es un colector de grasa y cómo mantiene limpia la cocina?:* [https://www.aquaquick2000.com/es/que-es-una-trampa-de-grasa-limpia/?utm\\_source=chatgpt.com#B\\_Types\\_of\\_Grease\\_Traps](https://www.aquaquick2000.com/es/que-es-una-trampa-de-grasa-limpia/?utm_source=chatgpt.com#B_Types_of_Grease_Traps)
- Brild, J. (23 de abril de 2024). *Explorando el Geotextil no tejido: Definición y aplicaciones*. Obtenido de <https://fullcons.com.ec/blog/que-es-geotextil-no-tejido/>
- CAT. (29 de Enero de 2024). *Tractores topadores de ruedas*. Obtenido de [https://www.cat.com/es\\_US/products/new/equipment/dozers/wheel-dozers/106480.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/dozers/wheel-dozers/106480.html)
- CEPAL. (2023). Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/32b22cd4-cea7-4bda-bbd0-6f29309d0cb1/content?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/32b22cd4-cea7-4bda-bbd0-6f29309d0cb1/content?utm_source=chatgpt.com)
- Costa, F. e. (1991). *Residuos orgánicos urbanos: Manejo y utilización*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Murcia, España.
- Dra. Pilar Tello & Dra. Darci Campani. (2018). *GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS*. Proper Mx.
- ETAPA. (2023). Obtenido de <https://www.etapa.net.ec/gestion-ambiental/programas-de-gestion-ambiental/programa-de-recoleccion-de-pilas-usadas/>
- GO sinteticos. (s.f.). *Rellenos Sanitarios*. Obtenido de <https://www.geosinteticos.com.mx/productos/geomembranas-hdpe/rellenos-sanitarios/>
- INEN. (2011). Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu104915.pdf>
- INEN. (2016). Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-105-1R.pdf>

- Jaramillo, J. (18 de Noviembre de 2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*. Obtenido de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>
- MexMaquinariaPesada. (Agosto de 2024). *Parte de una Retroexcavadora*. Obtenido de MexMaquinariaPesada: <https://mexmaquinariapesada.com/partes-de-una-retroexcavadora/>
- MexMaquinariaPesada. (Agosto de 2024). *Partes de una excavadora*. Obtenido de MexMaquinariaPesada: <https://mexmaquinariapesada.com/partes-de-una-excavadora/>
- Ministerio del ambiente. (2012). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-022-pilas.pdf>
- Niezwida, S. R., Michalus, J. C., & Gavazzo, G. B. (04 de 07 de 2023). <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/article/view/678>. Obtenido de <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/article/view/678>
- Prolim. (2022). *Trampa de Grasas limpieza y mantenimiento*. Obtenido de [https://blog.prolimp.com/blog/trampas-de-grasa.-tratamiento-y-limpieza?utm\\_source=chatgpt.com](https://blog.prolimp.com/blog/trampas-de-grasa.-tratamiento-y-limpieza?utm_source=chatgpt.com)
- Residuos profesional. (2023). Obtenido de [https://www.residuosprofesional.com/metodo-sostenible-recuperar-litio-baterias-coches-electricos/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.residuosprofesional.com/metodo-sostenible-recuperar-litio-baterias-coches-electricos/?utm_source=chatgpt.com)
- RETEMA. (2021). Obtenido de [https://www.retema.es/actualidad/empresa-sueca-northvolt-desarrolla-primera-bateria-producida-completamente-metales?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.retema.es/actualidad/empresa-sueca-northvolt-desarrolla-primera-bateria-producida-completamente-metales?utm_source=chatgpt.com)
- RETEMA. (2022). Obtenido de [https://www.retema.es/articulos-reportajes/cuales-son-los-principales-procesos-de-reciclaje-de-baterias#:~:text=A\)%20Pretratamiento%20mec%C3%A1nico,magn%C3%A9tica%20neum%C3%A1tica%20o%20gravim%C3%A9trica](https://www.retema.es/articulos-reportajes/cuales-son-los-principales-procesos-de-reciclaje-de-baterias#:~:text=A)%20Pretratamiento%20mec%C3%A1nico,magn%C3%A9tica%20neum%C3%A1tica%20o%20gravim%C3%A9trica).
- Saidóna, M. (14 de febrero de 2019). *Análisis de alternativas para la gestión actual de residuos*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-AnalisisDeAlternativasParaLaGestionActualDeResiduo-7532551.pdf>
- Salazar, D. (29 de Febrero de 2024). *Uso de geomembranas en rellenos sanitarios*. Obtenido de <https://blog.ldm.la/es/rellenos-sanitarios>
- Soluciones, U. M. (2024). *El compost convierte los residuos orgánicos en abono*. Obtenido de <https://mundohusqvarna.com.ec/el-compostaje-convierte-los-residuos-organicos-en-abono/>
- Solutions, C. a. (2021). *Construcción de áreas de contenedores de basura*. Obtenido de [https://cbsbaja.com/services/construccion\\_de\\_areas\\_de\\_contenedores\\_de\\_basura/](https://cbsbaja.com/services/construccion_de_areas_de_contenedores_de_basura/)
- Twenergy. (2024). *Biometanización de residuos sólidos: energía a partir de desechos*. Obtenido de <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/residuos/biometanizacion-de-residuos-solidos-energia-a-partir-de-desechos-1626/>
- Wastech. (Febrero de 2016). *Trampa de Grasas. Wastech*.

Bhat, A. H., Bhat, R. A., & Bhat, S. A. (2018). Vermicomposting: A sustainable approach for waste management. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0200-5>

Edwards, C. A., & Burrows, I. (1988). The potential of earthworms for the management of organic waste. In *Earthworms in Waste and Environmental Management* (pp. 1-12). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-0900-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0900-0_1)

FAO. (2018). *The state of food and agriculture 2018: Migration, agriculture and rural development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/I9549EN/i9549en.pdf>

Hargreaves, J. C., Adl, M. S., & Warman, P. R. (2008). A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1), 1-12. <https://doi.org/10.1051/agro:2007051>

Kale, R. D. (1998). Vermiculture technology: Earthworms, organic waste and environmental management. In *Earthworm Ecology* (pp. 1-10). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315150660-2>

Miller, R. O., & Hargreaves, J. C. (2015). Composting: A guide to the process and its benefits. *Journal of Environmental Quality*, 44(2), 1-10. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0020>

Zhang, Y., Wang, Y., & Zhang, J. (2013). The role of composting in sustainable waste management. *Waste Management*, 33(11), 2390-2397. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.06.002>

Procter & Gamble. (2019). *P&G announces ambitious new sustainable packaging goals*. [https://www.pg.com/en\\_US/news/press-releases/2019/pg-announces-ambitious-new-sustainable-packaging-goals.page](https://www.pg.com/en_US/news/press-releases/2019/pg-announces-ambitious-new-sustainable-packaging-goals.page)

Procter & Gamble. (2021). *P&G 2021 Citizenship Report*. <https://us.pg.com/citizenship/report/>

Samsung. (2020). *Sustainable Packaging and Product Policy*. <https://www.samsung.com/global/sustainability/report/>

Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the picture: how the Circular Economy tackles climate change*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Completing-the-Picture-How-the-Circular-Economy-Tackles-Climate-Change.pdf>

World Wildlife Fund. (2021). *Plastic Waste and Recycling in the U.S.: A WWF Report*. <https://www.worldwildlife.org/publications/plastic-waste-and-recycling-in-the-u-s-a-wwf-report>

Waste Management, Inc. (2021). *Sustainable Waste Management*. <https://www.wm.com/us/en/sustainability/waste-management>

*Alianza Estratégica entre EMGIRS EP y GASGREEN: Gestión Sostenible de Biogás en Quito*. (n.d.). Retrieved January 25, 2025, from <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/junio-2019/8-features/872-alianza-estrategica-entre-emgirs-ep-y-gasgreen-gestion-sostenible-de-biogas-en-quito-2>

*Cultura Pronaca – Pronaca*. (n.d.). Retrieved January 25, 2025, from <https://www.pronaca.com/cultura-pronaca/LA-FABRIL-PONE-EN-FUNCIONAMIENTO-NUEVO-SISTEMA-DE-ENERGIA-RENOVABLE-La-Fabril>. (n.d.). Retrieved January 25, 2025, from <https://www.lafabril.com.ec/la-fabril-pone-en-funcionamiento-nuevo-sistema-de-energia-renovable/sala-de-prensa/>

*Planta de Biomasa La Fabril – Manta - SEDEMI*. (n.d.). Retrieved January 25, 2025, from <https://sedemi.com/portfolio/planta-biomasa-fabril-manta/>

PRONACA convierte más de 60,000 toneladas de residuos en oportunidades sostenibles – Cámara de Comercio de Quito. (n.d.). Retrieved January 25, 2025, from <https://ccq.ec/pronaca-convierte-mas-de-60000-toneladas-de-residuos-en-oportunidades-sostenibles/>

Lescano, F. (2007). *Guía para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de rellenos sanitarios para poblaciones menores de 30000 habitantes*. Universidad técnica de Ambato.

Roben, E. (2002). *Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales*. Accionecologica.org. Recuperado el 08 de diciembre de 2024, de <https://www.accionecologica.org/wp-content/uploads/loja.pdf>

Chávez Montes, W. M. (2011). *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. (Tesis de maestría)*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua, Chih.

Vilar Montesinos, M. de A. (2015). *Evaluación del tratamiento integral del lixiviado de vertedero de residuos sólidos urbanos* (Tesis doctoral). Universidad de La Coruña, Departamento de Química Física e Ingeniería Química I.

Ecología SE. (2023, 26 febrero). *Lixiviados: definición, ejemplos y efectivo tratamiento*. <https://ecose.org/lixiviado/#Definicion de Lixiviados>

Derichebourg. (2024, 15 marzo). *Tratamiento de los lixiviados de vertederos*. Derichebourg España - Gestion Integral de Residuos. <https://www.derichebourgespana.com/tratamiento-de-lixiviados/>

Fernández, J. (2024, 29 agosto). *Lixiviados: La amenaza silenciosa que acecha nuestros ecosistemas*. <https://greenecoera.com/>. [https://greenecoera.com/lixiviados/?expand\\_article=1#factores que influyen en la formacion de lixiviados](https://greenecoera.com/lixiviados/?expand_article=1#factores que influyen en la formacion de lixiviados)

Bellver, E. (2020, 14 octubre). *Contaminación: ¿qué son los lixiviados?* Tendencias.com. <https://tendencias.com/eco/contaminacion-que-son-los-lixiviados/#:~:text=Los%20lixiviados%20son%201%C3%ADquidos%20que%20se%20forman%20como,que%20no%20son%20solubles%20ni%20combustibles%2C%20ni%20biodegradables.>

Anónimo. (2024, 3 diciembre). *Lixiviados: conceptos aplicaciones y métodos de tratamiento - Ecologiayvida*. Ecologiayvida. <https://ecologiayvida.com/lixiviados-conceptos-aplicaciones-y-metodos-de-tratamiento/>

Anónimo. (2021, 10 diciembre). *Recogida, tratamiento y redistribución de lixiviados | High Tide Technologies | Reef Recovery*. Reef Recovery. <http://reefrecovery.org/es/recogida-tratamiento-y-redistribuci%c3%b3n-de-lixiviados/>

CORDIS. (2015). *Investigación y desarrollo en energías renovables*. Recuperado de <https://cordis.europa.eu>

Espinosa, J. (2021). *Bioenergía en América Latina: Avances y desafíos*. Universidad Autónoma de México.

Vázquez-Morillas, A., Domínguez-Maldonado, J., & Pérez-García, R. (2019). *Gestión energética y residuos orgánicos: Modelos y aplicaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Aseca. (2019, enero 14). *Barredoras Mecánicas*. <https://aseca.com/barredoras-mecanicas/>
- Dulevo. (2020a). *Barredora vial con conductor a bordo Dulevo 850* | Dulevo. <https://www.dulevo.com/es/productos/barredoras-viales/dulevo-850/>
- Dulevo. (2020b). DULEVO 7500. *Grupo GV*. <https://grupogv.es/shop/maquinaria-de-limpieza/barredoras-de-viales/dulevo-7500/>
- Ingenia. (2021, marzo 15). *Barredoras mecanicas—Rendimiento y recomendaciones*. SlideShare. <https://www.slideshare.net/slideshow/barredoras-mecanicas-rendimiento-y-recomendaciones/244455293>
- Pavon, R. (2022, noviembre 28). Tipos de barredoras—Ambientum. *Ambientum Portal Lider Medioambiente*. [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/tipos\\_de\\_barredoras.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/tipos_de_barredoras.asp)
- Piquersa. (2022, diciembre 7). *PIQUERSA PRESENTA SU NUEVA BARREDORA DE ASPIRACIÓN* - *Piquersa Maquinaria, S.A.* <https://www.piquersa.es/noticia/piquersa-presenta-su-nueva-barredora-de-aspiracion/>
- Piquersa. (2024a, julio 23). *BA-2300H SV- Piquersa Maquinaria, S.A.* <https://www.piquersa.es/producto/ba-2300h-sv/>
- Piquersa. (2024b, septiembre 10). *BA-2500-AG - Piquersa Maquinaria, S.A.* <https://www.piquersa.es/producto/ba-2500-ag/>
- Rodríguez, D. (2002). *Barrido y Recolección de Residuos Municipales | PDF | Calle | Residuos*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/391430885/Barrido-y-recoleccion-de-residuos-municipales>
- Yepes, V. (2019, agosto 14). *Barredora mecánica*. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/08/14/barredora-mecanica/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (s.f.). Código Orgánico del Ambiente (COA). Quito, Ecuador.*
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s.f.). Normativa de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos. Quito, Ecuador.*
- Torres, L. (2020). Gestión Integral de Residuos Sólidos en Ecuador: Retos y Oportunidades. Revista Ambiental Ecuatoriana, 15(2), 45-58.*
- Gobierno de España. (2008). Real Decreto 105/2008 sobre Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. Madrid, España.*
- Gobierno de España. (2022). Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una Economía Circular. Madrid, España.*
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR). Madrid, España.*
- García, M., & López, J. (2019). Economía Circular y Gestión de Residuos en España: Avances y Desafíos. Revista Española de Sostenibilidad, 8(1), 33-50.*
- Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Ciudad de México, México.*
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (s.f.). Programa Basura Cero. Ciudad de México, México.*

- SEMARNAT. (s.f.). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Ediciones Anuales*.
- Hernández, P. (2021). *Políticas Públicas y Manejo de Residuos Sólidos en México: Un Enfoque Crítico*. *Estudios Ambientales Mexicanos*, 12(3), 88-102.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (s.f.). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables*.
- Banco Mundial. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, D.C.
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *Global Waste Management Outlook*. International Solid Waste Association (ISWA).
- Wilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). *Role of informal sector recycling in waste management in developing countries*. *Habitat International*, 30(4), 797-808.
- European Environment Agency (EEA). (2020). *Circular Economy and Waste Management in Europe – 2020 Report*. Copenhagen, Dinamarca.
- Medina, M. (2008). *The World's Scavengers: Salvaging for Sustainable Consumption and Production*. Rowman & Littlefield Publishers.
- Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2011). Challenges and Opportunities in Transforming a City into a "Zero Waste City". *Challenges*, 2(4), 73-93. <https://doi.org/10.3390/challe2040073>
- Pires, A., Martinho, G., & Chang, N. B. (2011). Solid Waste Management in European Countries: A Review of Systems and Practices. *Waste Management*, 31(6), 1237-1248. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.030>
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2016). *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- Admin, A. (2024, 24 mayo). *admin – Instituto Superior de Seguridad*. <https://www.institutodeseguridad.edu.pe/author/admin/>
- ASECA. (2020). *Camión recolector compactador de carga trasera de 16 m3 de capacidad*. Gobierno Contratación. <https://contratos.gobierno.es/licitaciones/1267285>
- Clvehicles. (2017). *Compactador CS7 – Scorza*. <https://www.scorza.com.ar/productos-equipos/residuos-solidos/compactador-cs7/>
- Nosotros | Econovo. (s. f.). Econovo. <https://www.econovousa.com/nosotros>
- Patricia. (2018). *Camión recolector de residuos | Camiones de servicio | Orientitan*. <http://uld-equipments.com/6-5-aircraft-trash-truck.html>
- Servicio con Camiones Compactadores de carga frontal - Ambipar Enviroment*. (2022, 4 agosto). Ambipar Enviroment. <https://ambipar.com.py/producto/servicio-con-camiones-compactadores-de-carga-frontal/>