

128948

# MANUAL MCGRAW-HILL DE RECICLAJE

**Herbert F. Lund**

24 JUN 1997

**Traducción y revisión técnica**

**JUAN IGNACIO TEJERO MONZON**

Catedrático de Ingeniería Sanitaria y Ambiental  
E. T. S. Ingenieros de Caminos (Universidad de Cantabria)

**JOSE LUIS GIL DIAZ**

Catedrático de la Escuela Universitaria de Ingeniería Química  
Dpto. de Química Universidad de Cantabria

**MARCEL SZANTO NAREA**

Académico de la Universidad Católica de Valparaíso (Chile)  
Profesor Asociado de la Univ. Politécnica de Madrid  
Profesor Visitante de la Univ. de Cantabria

**JOSE LUIS RODRIGUEZ FRUTOS**

Catedrático de Tecnología del Medio Ambiente  
E. T. S. Ingenieros Industriales (Universidad del País Vasco)

**McGraw-Hill**

MADRID • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MEXICO  
NUEVA YORK • PANAMA • SAN JUAN • SANTAFE DE BOGOTA • SANTIAGO • SÃO PAULO  
AUCKLAND • HAMBURGO • LONDRES • MILAN • MONTREAL • NUEVA DELHI • PARIS  
SAN FRANCISCO • SIDNEY • SINGAPUR • ST. LOUIS • TOKIO • TORONTO

---

# CONTENIDO

---

**Autores** xv

**Prólogo** xvii

**Prólogo a la edición española** xix

**Introducción** xxi

---

**Capítulo 1. Visión general y crecimiento del reciclaje** 1.1

---

Definición de reciclaje / 1.1

Reciclaje en tiempos modernos. El despertar de las responsabilidades sobre residuos sólidos / 1.3

Los porqués del reciclaje / 1.7

Crecimiento / 1.7

Alternativas del programa / 1.8

Resumen / 1.12

---

**Capítulo 2. Evaluaciones legislativas** 2.1

---

Introducción / 2.1

Legislación federal / 2.2

Legislación estatal / 2.4

Ciudades y municipios / 2.27

Resumen / 2.31

Resumen de la legislación estatal / 2.33

Apéndice A. Normativa modelo para establecer una política de obtención de productos de reciclaje / 2.36

Apéndice B. Acuerdo interlocal y evaluación de subsidios, Broward County, Florida / 2.38

---

**Capítulo 3. Caracterización de los flujos de residuos** 3.1

---

Visión general / 3.1

Métodos y prácticas / 3.6

Implantación del estudio / 3.10
Análisis de los resultados / 3.29
Presentación de los resultados / 3.32
El reciclaje y la caracterización de los residuos sólidos / 3.33
Aproximaciones especiales y creativas / 3.36
Costes del estudio / 3.40
Referencias bibliográficas / 3.42

---

## **Capítulo 4. Establecimiento de objetivos y prioridades de reciclaje** **4.1**

---

Introducción / 4.1
Revisión de las prácticas existentes / 4.2
Identificación y evaluación de los incentivos de participación / 4.6
Investigación sobre la disponibilidad de la comunidad a participar / 4.8
Investigación e identificación del mercado / 4.12
Acuerdos institucionales / 4.17
Identificación de la potencial reducción de residuos en origen / 4.18
Identificación de los materiales que se van a reciclar / 4.19
Evaluación de los métodos de recolección / 4.20
Recolección doméstica en acera / 4.20
Recolección multifamiliar / 4.22
Centros de recolección selectiva para residuos domésticos / 4.23
Recolección del flujo de residuos comerciales / 4.23
Sistemas de recolección institucionales y gubernamentales / 4.24
Equipo de recolección / 4.24
Alternativas de procesamiento / 4.25
Recursos en los medios informativos para promocionar el programa / 4.26
Casos reales en programas modélicos de reciclaje / 4.27

---

## **Capítulo 5. Supervisión del rendimiento de los sistemas de separación y recolección** **5.1**

---

Introducción / 5.1
Separación / 5.4
Sistemas de recolección / 5.31
Supervisión del rendimiento / 5.62
Conclusiones / 5.72
Referencias bibliográficas / 5.73

---

## **Capítulo 6. Instalaciones de procesamiento para materiales reciclables** **6.1**

---

Introducción a diferentes alternativas de procesamiento / 6.1
Aproximaciones al procesamiento de los residuos sólidos urbanos no seleccionados / 6.2
Aproximaciones al procesamiento de los residuos separados en origen / 6.12
Procesamiento de los residuos de construcción y demolición / 6.32
Procesamiento de materiales especiales. Diversas aproximaciones / 6.41
Reconocimientos / 6.43

---

**Capítulo 7. Problemas y soluciones para el desarrollo de mercados** 7.1

---

Introducción / 7.1  
Definición de términos / 7.2  
Objetivos del desarrollo del mercado / 7.3  
Negligencia en el desarrollo de mercados / 7.8  
Obstáculos y oportunidades / 7.10  
Mercados finales alternativos / 7.21  
Conclusión / 7.22

---

**Capítulo 8. Planificación financiera y gestión de los programas e instalaciones de reciclaje** 8.1

---

Introducción / 8.1  
Riesgos en la implantación de un programa de reciclaje / 8.2  
Alternativas en la financiación y propiedad / 8.6  
Marco institucional y alternativas de gestión / 8.11  
Financiación / 8.18  
Desarrollo del programa / 8.24

---

**Capítulo 9. Necesidad de programas agresivos para concienciar al público** 9.1

---

Introducción / 9.1  
Prerrequisitos para concienciar al público / 9.2  
El plan / 9.6  
Presupuestos / 9.8  
Comunicaciones para toda la comunidad / 9.9  
Supervisión de la participación / 9.18  
Rentabilidad del programa / 9.25  
Resumen / 9.26  
Reconocimientos / 9.27  
Referencias bibliográficas / 9.27

---

**Capítulo 10. La psicología del reciclaje** 10.1

---

Información básica sobre el comportamiento en el reciclaje / 10.1  
Motivos para reciclar / 10.4  
Variables influyentes / 10.10  
Conclusión / 10.13  
Referencias bibliográficas / 10.15

---

**Capítulo 11. Papeles** 11.1

---

Periódicos / 11.1  
Papel ondulado / 11.12  
Papel de oficina / 11.17

Otros papeles reciclables / 11.24  
Apéndice. Definiciones de calidades de papel / 11.26

---

**Capítulo 12. Latas de aluminio** **12.1**

---

Introducción general / 12.1  
Proceso de recuperación de las latas de aluminio / 12.5  
Comercialización / 12.10  
Casos reales / 12.13  
Tendencias y pronósticos / 12.22  
Conclusión / 12.25  
Fuentes de información adicionales / 12.25  
Agradecimientos / 12.26  
Referencias bibliográficas / 12.26

---

**Capítulo 13. Botellas de vidrio para bebidas** **13.1**

---

Introducción / 13.1  
Recuperación de los envases de vidrio / 13.4  
Procesamiento de envases de vidrio / 13.10  
Comercialización del vidrio de envases / 13.14  
Consideraciones relativas al programa de reciclaje del vidrio / 13.17  
Resumen / 13.22  
Referencias bibliográficas / 13.25

---

**Capítulo 14. Plásticos** **14.1**

---

Introducción / 14.1  
Sistemas de recolección y selección / 14.8  
Procesamiento de plásticos por tipos / 14.16  
Comercialización / 14.27  
Pronóstico sobre tendencias y necesidades de investigación / 14.31  
Valor futuro del reciclaje / 14.32  
Necesidades de investigación / 14.34  
Glosario de términos relativos a los plásticos / 14.35

---

**Capítulo 15. Chatarra y latas de acero** **15.1**

---

Chatarra metálica / 15.1  
Latas de acero / 15.12  
Referencias bibliográficas / 15.31

---

**Capítulo 16. Residuos de jardín** **16.1**

---

Introducción / 16.1  
Generación de los residuos de jardín / 16.2  
Recolección de los residuos de jardín / 16.5  
Tecnologías y sistemas de procesamiento / 16.10  
Comercialización / 16.17

---

**Capítulo 17. Bienes de línea blanca** 17.1

---

- Definición / 17.1
- Introducción / 17.1
- Recuperación (recolección) / 17.2
- Procesamiento / 17.4
- Comercialización / 17.7

---

**Capítulo 18. Neumáticos** 18.1

---

- Introducción / 18.1
- Cuestiones ambientales y de salud relacionadas con la evacuación de neumáticos usados / 18.4
- Utilización de los neumáticos usados / 18.6
- Casos reales / 18.16
- Legislación relativa a la evacuación de neumáticos / 18.42

---

**Capítulo 19. Baterías y pilas** 19.1

---

- Introducción / 19.1
- Definición y componentes de las baterías y pilas / 19.2
- Baterías/pilas y metales pesados en el medio ambiente / 19.6
- Baterías ácidas de plomo / 19.11
- Pilas domésticas / 19.14
- Resumen y conclusiones / 19.27
- Acrónimos / 19.28
- Apéndice A. Legislación sobre el reciclaje de las baterías ácidas de plomo / 19.29
- Apéndice B. Legislación del estado de Minnesota relativa a las pilas secas / 19.32
- Referencias bibliográficas / 19.34

---

**Capítulo 20. Residuos de construcción y demolición** 20.1

---

- Introducción / 20.1
- Separación en origen / 20.7
- Mercados y comercialización / 20.8
- Métodos para reciclar residuos de construcción / 20.11
- Cuestiones / 20.19
- Aspectos reglamentarios y legales / 20.20
- Economía / 20.21
- Referencias bibliográficas / 20.22

---

**Capítulo 21. Residuos peligrosos domésticos** 21.1

---

- Introducción / 21.1
- Residuos peligrosos en los residuos sólidos urbanos / 21.2

Problemas planteados / 21.7  
Prácticas de gestión para los RDP / 21.9  
Requisitos técnicos para gestionar los RDP / 21.21  
Alternativas de reciclaje y tratamiento / 21.27  
Concienciación del público / 21.30  
Economía / 21.31  
Referencias bibliográficas / 21.34

---

**Capítulo 22. Centros de recolección selectiva y centros de recompra 22.1**

---

El centro de recolección selectiva / 22.2  
Comparación de costes / 22.7  
El centro de recompra / 22.12  
Diseño y operación / 22.16  
Cómo involucrar al público / 22.19  
Socios comerciales y cívicos / 22.21

---

**Capítulo 23. Estaciones de transferencia 23.1**

---

Introducción / 23.1  
Tipos de estación / 23.3  
Consideraciones de localización / 23.11  
Remolques de transferencia y equipo de descarga / 23.23  
Aspectos económicos de la transferencia / 23.26  
Otras consideraciones / 23.34  
Referencias bibliográficas / 23.37

---

**Capítulo 24. Instalaciones para la recuperación de materiales 24.1**

---

Introducción / 24.1  
Aspectos económicos del sistema / 24.4  
Diseño conceptual / 24.5  
Sistemas de procesamiento / 24.12  
Equipos de procesamiento / 24.14  
Diseño final / 24.29  
Operaciones / 24.33  
Costes / 24.34

---

**Capítulo 25. Integración del reciclaje en vertederos e incineradoras 25.1**

---

Introducción / 25.1  
Ventajas de la implantación del reciclaje en los vertederos e incineradoras / 25.1  
Relaciones funcionales entre el reciclaje y el vertido-incineración / 25.4  
Materiales objetivo / 25.7  
Operaciones de recuperación de materiales / 25.9  
Problemas planteados y su prevención / 25.16  
Economía / 25.20

---

**Capítulo 26. Procesamiento de residuos de jardín** **26.1**

---

- Introducción / 26.1
- Información básica / 26.1
- Visión general del método de procesamiento / 26.5
- Equipos de procesamiento / 26.6
- Sistemas de procesamiento / 26.12
- Procesamiento en el punto de generación / 26.12
- Procesamiento en instalaciones centrales / 26.16
- Preguntas y respuestas / 26.28
- Glosario / 26.33
- Referencias bibliográficas / 26.34

---

**Capítulo 27. Equipos y vehículos de recolección** **27.1**

---

- Introducción / 27.1
- Recolección en acera / 27.2
- Tipos de vehículos de recolección / 27.10
- Recolección multifamiliar / 27.14
- Sistemas industriales, comerciales, institucionales (ICI) / 27.18
- Vehículos multiuso de correcolección / 27.18

---

**Capítulo 28. Equipos de procesamiento** **28.1**

---

- Introducción / 28.1
- Embaladoras / 28.2
- Transportadoras / 28.10
- Trituradoras / 28.14
- Compactadoras / 28.17
- Trituradoras de vidrio / 28.21
- Prensas y soplantes para latas / 28.22
- Densificadores de latas / 28.23
- Cizallas de palanca / 28.24
- Maquinaria de alta tecnología / 28.25

---

**Capítulo 29. Planificación e implantación del programa de reciclaje** **29.1**

---

- Planificación y desarrollo del programa / 29.1
- Personal / 29.30
- Financiación de un programa de reciclaje / 29.33

---

**Capítulo 30. Programas de concienciación del público** **30.1**

---

- Introducción / 30.1
- Iniciación de un programa de concienciación / 30.3
- Estrategias eficaces de comunicación / 30.17
- Cobertura del reciclaje en los medios de comunicación / 30.24
- Programas de implicación comunitaria / 30.29
- Medición de la eficacia del programa / 30.32
- Apéndice. Cuestionario sobre reciclaje doméstico, ciudad de Hollywood, Florida / 30.34

---

**Capítulo 31. Formación de personal y gestores** **31.1**

---

- Introducción / 31.1
- Definición de las necesidades de formación / 31.3
- Cómo satisfacer las necesidades formativas / 31.6

---

**Capítulo 32. Factores y decisiones en un programa de reciclaje** **32.1**

---

- Introducción / 32.1
- Alternativas: Organización de los programas de reciclaje / 32.2
- Matriz de decisiones / 32.6
- Ejecución de cada alternativa / 32.20
- Evaluación del programa y acción correctora / 32.36

---

**Capítulo 33. Obtención de datos y control de costes** **33.1**

---

- Introducción / 33.1
- Obtención de datos / 33.2
- Análisis de los datos / 33.14
- Control de costes / 33.15
- Resumen / 33.20

---

**Capítulo 34. Control de calidad para los materiales reciclables** **34.1**

---

- Introducción / 34.1
- Importancia del control de calidad / 34.1
- Problemas del control de calidad / 34.2
- Líneas de defensa / 34.3
- Instalaciones para la recuperación de materiales / 34.6
- Comprobación del control de calidad / 34.10
- Concienciación, diseño, operaciones / 34.10

---

**Capítulo 35. Casos reales** **35.1**

---

- Una pequeña comunidad rural: El programa del Centro de Reciclaje de la Comunidad de Arcata / 35.1
- Una comunidad suburbana media: Madison, Wisconsin / 35.11
- Una comunidad urbana media: Santa Fe, Nuevo México / 35.17
- Una comunidad urbana grande: El programa de reciclaje de Austin, Texas / 35.24
- Una comunidad urbana grande: San Francisco, California / 35.34
- Una comunidad urbana importante: Los Angeles, California / 35.41
- Un condado rural pequeño: El programa de reciclaje de Auburn, Washington / 35.47
- Un condado urbano medio: El condado de Champaign, Illinois / 35.55
- Un condado urbano grande: El programa de reciclaje del condado de Mecklenburg / 35.59
- Múltiples ciudades: Instalación de compostaje de residuos sólidos / 35.68

---

**Apéndice A. Información y fuentes del reciclaje** **A.1**

---

- Agencias federales en Estados Unidos / *A.1*  
Agencias estatales / *A.2*  
Información sobre residuos sólidos: Fuentes promovidas por el Gobierno Federal / *A.7*  
Asociaciones / *A.8*  
Intercambio de residuos / *A.10*  
Publicaciones sobre reciclaje / *A.11*  
Lista de comprobación: Evaluación de los servicios de las compañías de reciclaje / *A.13*  
Tabla A.1. Cifras de conversión / *A.14*  
Tabla A.2. Factores de conversión para reciclables / *A.15*  
Tabla A.3. Hoja de trabajo para el reciclaje / *A.16*  
Tabla A.4. Hoja de trabajo para las estimaciones de recuperación / *A.17*  
Tabla A.5. Datos y evaluación de los contenedores de almacenamiento / *A.18*  
Tabla A.6. Hoja de cálculo para los pesos totales mensuales de los reciclables de vidrio / *A.19*  
Tabla A.7. Generación de residuos semanal por metro cuadrado ocupado / *A.20*  
Tabla A.8. Cantidad y composición de los residuos comerciales / *A.20*

---

**Apéndice B. Legislación española y europea relativas al reciclaje de residuos** **B.1**

---

- Legislación española / *B.1*  
Legislación comunitaria / *B.1*

---

**Apéndice C. Glosario** **C.1**

---

- Referencias bibliográficas / *C.53*

---

**Apéndice D. Abreviaturas** **D.1**

---

- Referencias bibliográficas / *D.3*

---

**Índice** **I.1**

---