

Director del capítulo
David LeGrande

101

Sumario

Riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo en los servicios públicos y gubernamentales <i>David LeGrande</i>	101.2
Servicios de inspección <i>Jonathan Rosen</i>	101.4
Servicios postales <i>Roxanne Cabral</i>	101.5
Telecomunicaciones <i>David LeGrande</i>	101.9
Riesgos en las plantas de tratamiento de aguas residuales (residuos) <i>Mary O. Brophy</i>	101.10
Recogida de basuras domésticas <i>Madeleine Bourdouxhe</i>	101.13
Limpieza viaria <i>J.C. Gunther, Jr.</i>	101.16
Tratamiento de las aguas residuales <i>M. Agamennone</i>	101.18
Industria de reciclado municipal <i>David E. Malter</i>	101.21
Operaciones de eliminación de residuos <i>James W. Platner</i>	101.23
Generación y transporte de residuos peligrosos: problemas sociales y éticos <i>Colin L. Soskolne</i>	101.27

● RIESGOS PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS Y GUBERNAMENTALES

David LeGrande

Los servicios públicos y gubernamentales abarcan una gran diversidad de categorías industriales y profesionales, incluidos, por ejemplo, los trabajadores de los servicios de telecomunicaciones y postales, los servicios de inspección y de campo, así como las actividades de tratamiento de aguas residuales, reciclado, vertido controlado y residuos peligrosos. Según la situación en cada país, sectores como los servicios de telecomunicaciones y postales pueden ser de competencia pública o privada.

Los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo y ambientales en los servicios públicos y gubernamentales son: la exposición a productos químicos, los relacionados con la ergonomía, los patógenos transmitidos por la sangre, la tuberculosis, los riesgos por maquinaria, la violencia, los vehículos de motor y los materiales inflamables. Cabe esperar que en el futuro, a medida que los servicios públicos y gubernamentales se amplíen y se hagan más complejos, aumenten y se difundan aún más los riesgos para la salud y la seguridad en el trabajo. Paralelamente, impulsadas por iniciativas tripartitas (trabajadores, directivos y administración), las mejoras en el reconocimiento y control de los riesgos para la salud y seguridad en el trabajo permitirán una resolución más eficaz de los riesgos identificados.

Problemas de salud y tipos de daños a la salud

Hay determinadas pautas o tendencias identificables de problemas de salud en el trabajo que se han asociado al tipo de tarea —p. ej., el uso de pantallas de visualización de datos (PVD) o productos químicos— y al lugar en el que se trabaja (es decir, en el interior o al aire libre).

Trabajo en interiores

Los principales riesgos asociados con el trabajo en interiores son una ergonomía deficiente o inadecuada del diseño y de la organización del trabajo; calidad insuficiente del aire interior o de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado; productos químicos; amianto; violencia en el centro de trabajo y campos electromagnéticos (radiación de baja intensidad).

Se han asociado síntomas y trastornos de la salud con la exposición a estos riesgos. Desde mediados de los años 80 se han notificado un gran número de dolencias físicas de las extremidades inferiores relacionadas con la ergonomía, entre las que destacan el síndrome del túnel carpiano, la desviación del cúbito, el síndrome de la abertura torácica superior y la tendinitis. Muchos de ellos están relacionados con la introducción de nuevas tecnologías y, en particular, de las pantallas de visualización de datos (PVD), así como con el uso de herramientas manuales y equipos de trabajo. Entre las causas de las enfermedades identificadas se incluyen factores físicos y de organización del trabajo.

A partir de la concepción técnica y la construcción de "edificios herméticos" en los años 70, se ha observado una tendencia al aumento de la incidencia de síntomas y enfermedades de las vías respiratorias superiores y dermatológicas. Tales problemas de salud se relacionan con el mantenimiento inadecuado de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado; con contaminantes químicos y agentes microbiológicos, y con el suministro insuficiente de aire fresco y circulación del aire.

La exposición a productos químicos en ambientes de trabajo interiores se ha relacionado con síntomas y enfermedades de las vías respiratorias superiores y dermatológicas. Fotocopadoras, mobiliario, alfombras y moquetas, materiales de limpieza (disolventes) y los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado emiten una gran variedad de contaminantes químicos diferentes. Un síndrome concreto, la múltiple sensibilidad química, se ha asociado con exposiciones a agentes químicos en ambientes de trabajo interiores.

Puede producirse exposición al asbesto cuando se realizan trabajos de reforma y mantenimiento de los edificios y los productos o materiales a base de amianto se deterioran o dañan, lo que hace que sus fibras queden flotando en el aire.

Desde los años 80, la violencia en el centro de trabajo y los problemas resultantes para la seguridad y la salud se han hecho cada vez más frecuentes. Los ambientes laborales en los que se ha comprobado un aumento de los índices de violencia reúnen las características siguientes: manejo de dinero, trato directo con el público, trabajos aislados, contacto con pacientes o clientes que pueden ser violentos y atender reclamaciones de consumidores o clientes. En materia de salud, lo que preocupa son los daños físicos y la muerte. Por ejemplo, en 1992 los homicidios fueron, en EE.UU., la segunda causa de muerte en el centro de trabajo (supusieron el 17 % de las muertes en el lugar de trabajo). Además, desde 1980 a 1989 los homicidios fueron la primera causa de muerte de mujeres en el trabajo, como se comenta con más detalle en el Capítulo 51, *Violencia*, de esta *Enciclopedia*.

El trabajo con equipos electrónicos y la consiguiente exposición a los campos electromagnéticos o a las radiaciones no ionizantes, se ha convertido en algo muy común, al igual que la exposición a productos que emiten radiaciones no ionizantes de alta frecuencia, como equipos de láser y microondas, termoselladores por radiofrecuencia y herramientas y generadores eléctricos. Todavía no está clara la relación entre tales exposiciones y los efectos posteriores en la salud, como cáncer, trastornos de la visión y de la piel, para lo cual es necesario seguir investigando. En la presente *Enciclopedia* se dedican varios capítulos a estos temas.

Trabajo al aire libre

Los riesgos ambientales relacionados con el trabajo al aire libre son la exposición a productos químicos, plomo, residuos sólidos y peligrosos, condiciones ambientales, ergonomía inadecuada, vehículos de motor, equipos eléctricos y mecánicos y emisiones de campos electromagnéticos.

Se produce exposición a productos químicos en varias categorías profesionales identificadas, como operaciones de eliminación de residuos, servicios de suministro de agua y saneamiento, tratamiento de aguas residuales, recogida de basuras domésticas, recogida de correo y trabajos técnicos en telecomunicaciones. Tal exposición se ha relacionado con enfermedades de vías respiratorias superiores, dermatológicas, cardiovasculares y del sistema nervioso central. Los trabajadores de telecomunicaciones sufren exposición al plomo al realizar operaciones de empalme y de eliminación de cables de telecomunicaciones de plomo. Se han vinculado a estos contactos una gran diversidad de síntomas y enfermedades, entre las que cabe citar anemia, trastornos del sistema nervioso periférico y central, esterilidad, lesiones renales y defectos de nacimiento.

Los ambientes de trabajo peligrosos son comunes a las operaciones de eliminación de residuos, servicios de suministro y saneamiento de agua, tratamiento de aguas residuales y recogida de basuras domésticas. Los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo son los derivados de residuos microbiológicos y médicos, productos químicos, ergonomía inadecuada, vehículos

Informe de caso: violencia y guardas de parques urbanos en Irlanda

La misión de los guardas de los parques de las grandes ciudades irlandesas es "mantener la paz", "atender al público" (es decir, prevenir el vandalismo y responder a cualquier queja que se les pueda exponer) y realizar "funciones de limpieza ligera" (es decir, retirar basuras y desperdicios, como botellas rotas, agujas y jeringas tiradas por drogadictos y preservativos usados). No tienen un horario fijo: empiezan hacia el mediodía y permanecen en su puesto hasta que anochece, momento en que se supone que han de cerrar las puertas del parque. Esto significa un horario prolongado en verano, compensado en cierta medida por los días más cortos del invierno.

En la mayoría de los parques hay un guarda que trabaja solo, aunque pueda haber otros trabajadores municipales ocupados en plantaciones, jardinería y otras tareas del parque. El único edificio del parque suele ser el almacén en el que se guarda el material de jardinería, y que puede servir de refugio al personal ante las inclemencias del tiempo. Para evitar que rompan la armonía del paisaje, estos almacenes o casetas suelen situarse en lugares apartados de la vista del público, donde están expuestos a los malos tratos de gamberros y pandillas de jóvenes merodeadores.

Los guardas de parques se exponen a menudo a la violencia. Una política de empleo que favorecía la contratación de personas con discapacidades leves se modificó recientemente al comprobar que el conocimiento general de tales problemas convertía a estos guardas en objetivos fáciles de agresiones violentas. Los funcionarios públicos no estaban cubiertos por la legislación irlandesa sobre seguridad y salud, que hasta hace poco sólo era aplicable a fábricas, obras en construcción, muelles y otras industrias de procesamiento. Debido a ello, no existían medidas formales en respuesta a la violencia contra los trabajadores de parques que, a diferencia de sus equivalentes en algunos otros países, carecían de armas de fuego o de otro tipo. Tampoco tenían acceso a asesoramiento postviolencia.

La tendencia a asignar a un parque determinado guardas que vivían en sus proximidades, suponía una mayor probabilidad de que pudieran identificar a los alborotadores como posibles responsables de actos de violencia. No obstante, esto también aumentaba el riesgo de represalias para el guarda por haber "señalado" a los culpables, lo que le hacía sentirse menos dispuesto a presentar denuncias formales contra sus asaltantes.

La falta de una presencia policial adecuada en los parques y la salida muy rápida de prisión de las personas condenadas por hechos de tal índole eran con frecuencia golpes muy duros contra la moral de las víctimas de la violencia.

Los sindicatos representantes de los guardas y otras autoridades públicas, han promovido activamente iniciativas para hacer frente a la violencia. Actualmente incluyen formación para el reconocimiento y la prevención de la violencia en los cursos que patrocinan para los representantes de la seguridad pública.

Aunque la legislación irlandesa sobre seguridad y salud ampara ahora a los trabajadores con autoridad pública, sería beneficiosa la creación de un comité nacional para afrontar tanto el control de la violencia como la prestación de asistencia posterior a sus víctimas. Si bien existen actualmente directrices de prevención de la violencia para facilitar la tarea a quienes se ocupan de valorar los riesgos de violencia en los lugares de trabajo, su uso debe hacerse obligatorio para todas las profesiones en las que exista riesgo de violencia. Además, son deseables el aumento de los recursos de la fuerza de policía de la ciudad y la intensificación de la coordinación con ella para hacer frente al problema de la violencia y las agresiones en los parques públicos.

Es preciso poner a la disposición de todos los trabajadores que se enfrenten al riesgo de violencia en sus puestos de trabajo, formación sobre el modo de tratar a las personas y posibles grupos violentos. Tal formación podría incluir cómo abordar y tratar a las personas que muestren indicios de llevar a cabo una agresión violenta, así como métodos de autodefensa.

También serían de utilidad unas mejores comunicaciones para dar cuenta de situaciones problemáticas y solicitar ayuda. La instalación de teléfonos en todos los almacenes de parques sería un primer paso útil, mientras que los intercomunicadores y los teléfonos portátiles serían de utilidad en caso de alejamiento del almacén. Los sistemas de cámaras de vídeo para vigilancia de los lugares más estratégicos, como los almacenes de los parques y las instalaciones deportivas, podrían disuadir de la práctica de la violencia.

Daniel Murphy

de motor, espacios confinados y equipos eléctricos y mecánicos. Los síntomas y enfermedades identificados son: problemas de las vías respiratorias superiores, dermatológicos, musculoesqueléticos de las extremidades superiores e inferiores, cardiovasculares, del sistema nervioso central y visuales. Otras causas de preocupación son las heridas cortantes, el agotamiento y el golpe de calor.

El diseño inadecuado de las herramientas y los equipos de trabajo es común a todas las ocupaciones en servicios públicos y gubernamentales realizados al aire libre. Entre los riesgos figura el uso de herramientas manuales y eléctricas, maquinaria y vehículos de motor mal diseñados. Los problemas para la salud asociados son los síntomas y enfermedades musculoesqueléticas de las extremidades superiores e inferiores. Lo que más preocupa en materia de seguridad son los problemas visuales, las torceduras, los esguinces y las fracturas y roturas de huesos.

Los riesgos asociados con los vehículos de motor derivan del diseño deficiente del equipo (p. ej., tolvas, compactadoras y equipo aéreo), así como del funcionamiento inadecuado de la maquinaria y del equipo. Los problemas para la salud resultantes comprenden lesiones musculoesqueléticas y muerte. Los

accidentes debidos a vehículos de motor son responsables del mayor número de lesiones y de fallecimientos en trabajos en exteriores.

Los riesgos relacionados con equipos eléctricos y mecánicos son el diseño deficiente del equipo, las descargas eléctricas y la electrocución, así como la exposición a productos químicos. Los problemas para la salud comprenden torceduras, esguinces, roturas de huesos, trastornos de los sistemas nervioso central y cardiovascular y trastornos dermatológicos y de las vías respiratorias superiores, además de la muerte.

El trabajo con equipos de transmisión eléctrica o en su proximidad más inmediata y los campos electromagnéticos asociados a emisiones de radiaciones no ionizantes, se ha relacionado con la aparición de determinados síntomas y trastornos del sistema nervioso central, así como con el cáncer. No obstante, las investigaciones científicas y epidemiológicas no han definido todavía claramente el grado de daño causado por los campos electromagnéticos.

Las actividades de los servicios públicos y gubernamentales realizadas al aire libre presentan varios problemas ambientales y

de salud pública. Por ejemplo, es posible que se utilicen y se evacuen inadecuadamente productos químicos, agentes microbiológicos, aguas residuales y basuras domésticas, lo que puede originar su filtración tanto a las aguas subterráneas como a ríos, lagos y mares, con la consiguiente contaminación del medio ambiente. A su vez, esos residuos pueden originar la contaminación de la red de suministro de agua, así como la creación de vertederos tóxicos. Esa contaminación se ha relacionado con el deterioro y la destrucción tanto del medio ambiente como de la salud pública. Los efectos asociados para la salud pública son: síntomas y trastornos dermatológicos, del sistema nervioso central y cardiovasculares, así como determinados tipos de cáncer.

● SERVICIOS DE INSPECCION

Jonathan Rosen

Las administraciones nacionales, estatales o provinciales, municipales y locales, cuentan con inspectores adscritos a una gran diversidad de organismos cuya función es comprobar el cumplimiento de leyes, ordenanzas y reglamentos destinados a promover y proteger la seguridad y la salud tanto de los trabajadores como del público en general. Este es el papel tradicional de un gobierno, promulgar leyes para evitar riesgos socialmente inaceptables, y asignar después a organismos el establecimiento de programas para lograr el cumplimiento de las normas establecidas. El inspector o investigador es una persona clave, ya que ocupa un lugar de primera línea en la verificación del cumplimiento de la normativa legal.

Un ejemplo de mandato legislativo de este tipo es la función de la inspección de los lugares de trabajo para determinar la observancia de las medidas de seguridad y salud. Los inspectores visitan los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de los reglamentos aplicables al lugar de trabajo, los posibles riesgos laborales y ambientales, las herramientas, las máquinas y los equipos utilizados y los métodos de trabajo, incluido el uso de equipos de protección individual (EPI). Los inspectores tienen autoridad para iniciar sanciones (citaciones, multas económicas y, en casos extremos, proceso penal) cuando encuentren deficiencias. Al amparo de la legislación promulgada en algunos países, las autoridades regionales comparten con las estatales las responsabilidades en materia de inspección.

Otros campos en los que los organismos gubernamentales tienen responsabilidades inspectoras son la protección del medio ambiente, la regulación de los alimentos y los medicamentos, la energía nuclear, el comercio y la aviación civil interestatales, la salud pública y la protección del consumidor. Las inspecciones en los campos de la ingeniería y la construcción se organizan generalmente a escala local.

En todo el mundo, las funciones y protecciones básicas en las que se centran los servicios de inspección son semejantes, aunque varíen la legislación y las estructuras administrativas en cada caso. Estos aspectos se comentan en otro capítulo de esta *Enciclopedia*.

A fin de proteger a los trabajadores y las instalaciones, de evitar sanciones legales y la publicidad negativa que entrañan y de reducir al mínimo la responsabilidad jurídica y los costes de las prestaciones compensatorias a los trabajadores, las empresas del sector privado realizan a menudo inspecciones y auditorías internas para comprobar que cumplen la normativa. Las auditorías internas pueden realizarlas trabajadores cualificados de la propia empresa o consultores externos contratados. Una reciente tendencia, destacable en Estados Unidos y algunos otros

países desarrollados, ha sido la proliferación de consultoras privadas y departamentos universitarios que ofrecen a las empresas servicios relacionados con la seguridad y la salud en el trabajo.

Riesgos

En general, los inspectores se enfrentan exactamente a los mismos riesgos que deben identificar y corregir. Por ejemplo, los inspectores de seguridad y salud en el trabajo pueden visitar lugares de trabajo en los que existan un medio ambiente tóxico, niveles sonoros perjudiciales, agentes infecciosos, riesgos de radiación, incendio o explosión y edificios y equipos en condiciones de seguridad deficientes. Para los diferentes trabajadores en un medio ambiente concreto, los inspectores deben prever los tipos de riesgos que pueden encontrar cualquier día, y cerciorarse de que disponen de las herramientas y los EPI que pudieran necesitar. En todos los casos, deben estar preparados para la peor situación imaginable; así, al entrar en una mina han de estar preparados para enfrentarse a una atmósfera deficiente en oxígeno, incendios, explosiones y derrumbamientos. Por otro lado, los inspectores que verifiquen unidades de aislamiento en centros de asistencia sanitaria deben protegerse de los microorganismos contagiosos.

El estrés laboral es uno de los principales riesgos para los inspectores. Entre los numerosos factores causantes, tenemos:

- El estrés en el trabajo va en aumento a medida que los recortes fiscales causan reducciones de los presupuestos de los organismos, lo que a menudo origina escasez de personal. Las presiones consiguientes para atender una carga de trabajo creciente influyen de modo inevitable en la capacidad para mantener la calidad y la integridad de las inspecciones.
- También es causa de estrés para el inspector hacer cumplir escrupulosamente las normas y reglamentos que él mismo puede reconocer como inadecuadas en situaciones concretas. Y cuando las circunstancias no permitan pasarlas por alto, el inspector puede que tenga que soportar las quejas por la imposición de normas y reglamentos impopulares.
- Las empresas, y a veces también los trabajadores, pueden sentirse ofendidos por la "intrusión" del inspector en el lugar de trabajo y por su necesidad de mantener una actitud suspicaz ante posibles subterfugios u ocultaciones. Ello hace que a menudo el trabajo del inspector sea desagradable y estresante. Este antagonismo puede agravarse hasta el punto de llegar a las amenazas y la violencia.
- El inspector puede sentirse responsable cuando debido al descuido o a riesgos desconocidos en el lugar de trabajo se originen graves daños a un trabajador o, peor aún, se produzca un siniestro que afecte a numerosas personas.
- Al igual que muchos trabajadores autónomos, los inspectores pueden sufrir contratiempos burocráticos, como la lejanía, una vigilancia inadecuada, la falta de apoyo, el papeleo interminable y la separación del hogar, la familia y los amigos.
- La necesidad de entrar en barrios poco seguros puede exponerles a ser víctimas de delitos y actos de violencia.
- Por último, y sobre todo cuando se les exige el uso de uniforme, pueden ser vistos como enemigos por quienes abrigan resentimientos contra el organismo concreto o contra la Administración en su conjunto. La explosión de una bomba ocurrida en 1996 en el edificio de oficinas federales de Estados Unidos en la ciudad de Oklahoma, en EE.UU., es un ejemplo de tal hostilidad al Gobierno.

Los organismos que emplean a inspectores, deben tener políticas de seguridad y salud claramente definidas en las que se describan las medidas apropiadas para proteger la salud y el bienestar de los inspectores, sobre todo los que trabajan en este campo. En

Estados Unidos, por ejemplo, la OSHA incluye esa información en sus directivas obligatorias. En algunos casos, este organismo exige que los inspectores dejen constancia del uso del equipo de protección adecuado durante una inspección, ya que la infracción por el propio inspector de las normas y medidas de seguridad y salud puede comprometer la integridad de la inspección.

La educación y la formación son la clave para preparar a los inspectores a protegerse debidamente. Cuando se promulguen nuevas normas y se emprendan nuevas iniciativas o programas, debe formarse a los inspectores en la prevención de enfermedades y lesiones en lo que respecta a ellos mismos, además de instruirles sobre los nuevos requisitos y sus procedimientos de aplicación. Por desgracia, rara vez se ofrece una formación de este tipo.

Como parte de los programas de formación para luchar contra el estrés en el trabajo, que raramente se ofrecen, debería formarse a los inspectores en técnicas de comunicación y de trato con personas enfadadas y con una actitud insultante.

En la Tabla 101.1 se enumeran algunos de los tipos de inspectores gubernamentales y los riesgos a los cuales pueden ser expuestos. En otro capítulo de esta *Enciclopedia* se ofrece información más detallada sobre el reconocimiento y el control de esos riesgos.

Un fenómeno de reciente aparición en numerosos países, que a muchos les parece preocupante, es la disminución del énfasis en la inspección como mecanismo para exigir el cumplimiento

de la normativa. Ello ha conducido a la pérdida de categoría y reducción de la dotación económica y humana de los organismos responsables y a la erosión de sus servicios de inspección. Existe una preocupación creciente, no sólo por la seguridad y la salud de las plantillas de inspectores, sino también por la salud y el bienestar de los trabajadores y el público en general cuya protección les está encomendada.

SERVICIOS POSTALES

Roxanne Cabral

Aunque la obligación social de la mayoría de las administraciones de correos (recogida, clasificación y reparto y procesamiento del correo nacional e internacional preservando la seguridad de los envíos postales) no ha experimentado cambios en el último siglo, los métodos mediante los que se lleva a cabo esta obligación sí se han transformado debido a los rápidos avances tecnológicos y al aumento del volumen del correo. Países industrializados como Australia, Francia, Alemania, Suecia, el Reino Unido y otros, procesan cada uno miles de millones de envíos postales al año. En 1994, el servicio de correos de Estados Unidos repartió casi 200 millones de objetos postales, lo que supone un aumento del volumen postal del 67 % desde 1980. La competencia de empresas privadas que han entrado en este mercado, sobre todo en los sectores de paquetería y mensajería rápida, así como otros avances tecnológicos, como máquinas de fax, módems informáticos, correo electrónico, transferencia electrónica de fondos y sistemas por satélite, también han modificado las comunicaciones personales y comerciales. Dado que muchas de las operaciones que realizan las empresas privadas coinciden con las de los servicios postales, los riesgos a los que se enfrentan sus trabajadores son también los mismos.

La mayoría de las administraciones postales son propiedad de los gobiernos y funcionan bajo su control, aunque tal situación está cambiando. Por ejemplo, Argentina, Australia, Canadá, Alemania, Países Bajos, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos han privatizado, en distinta medida, sus operaciones postales. La adjudicación en régimen de franquicia o bajo contrato de trabajo y servicios se hace cada vez más frecuente en las administraciones postales de los países industrializados.

Las administraciones postales son a menudo, especialmente en los países industrializados, las que ocupan un mayor número de trabajadores, en algunos países alrededor de cientos de miles de personas. Aunque los avances tecnológicos no han modificado drásticamente la estructuración de las administraciones postales, sí han alterado los métodos de clasificación y reparto del correo. Dado que los servicios de correos han exigido durante mucho tiempo gran cantidad de mano de obra (por lo que los salarios y las prestaciones suponen hasta el 80 % de los costes de explotación totales en algunos países), los esfuerzos por reducir estos costes, así como mejorar la productividad y aumentar la eficiencia de funcionamiento, han favorecido la implantación de avances tecnológicos mediante inversiones de capital. En numerosos países industrializados, el objetivo es automatizar totalmente el proceso del correo hasta el punto de entrega.

Operaciones

Las operaciones postales se dividen en tres fases principales: recogida, clasificación y reparto. Los servicios administrativos y de mantenimiento también son aspectos integrales de las operaciones postales. Los cambios tecnológicos en los métodos operativos, sobre todo en la fase de clasificación, han reducido la necesidad de trabajadores, por lo que éstos están más aislados,

Tabla 101.1 • Riesgos de los servicios de inspección.

Profesiones	Tareas	Riesgos asociados
Controladores de las normas de seguridad y salud en el trabajo	Investigar y citar riesgos para la seguridad y salud	Gran variedad de riesgos para la seguridad y la salud
Inspectores agrícolas	Investigar la seguridad y la salud de los trabajadores agrícolas	Equipo agrícola, productos químicos, plaguicidas, agentes biológicos y ambiente exterior
Inspectores ambientales	Investigar en centros agrícolas e industriales la contaminación del aire, el agua y el suelo	Riesgos químicos, físicos, biológicos
Inspectores sanitarios	Investigar en residencias para ancianos y hospitales el cumplimiento de las normas hospitalarias sobre seguridad y salud	Riesgos infecciosos, químicos, radiactivos
Inspectores de alimentos	Investigar la seguridad y salubridad de productos alimenticios y de establecimientos	Insectos y agentes microbiológicos asociados; agentes químicos, violencia y perros
Inspectores de ingeniería y construcción	Investigar el cumplimiento de las normas de construcción de edificios y de protección contra incendios y reglas de mantenimiento	Estructuras, equipos y materiales de construcción no seguros
Inspectores de aduanas	Investigar si entran en los límites territoriales contrabando y materiales peligrosos	Explosivos, drogas, riesgos químicos y biológicos

al requerirse una plantilla más reducida para hacer funcionar los nuevos equipos postales. Las mejoras tecnológicas también han originado una reducción de las cualificaciones exigidas a los trabajadores, al haber sustituido los ordenadores tareas como la memorización de los códigos postales y la realización de pruebas diagnósticas en equipos mecánicos.

El trabajo por turnos sigue siendo una práctica común en las operaciones postales, dado que la mayor parte del correo se recoge al final del día, y es transportado y clasificado por la noche. Muchas administraciones postales ofrecen reparto de correo a particulares y empresas seis días a la semana. La frecuencia del servicio exige que la mayoría de las operaciones postales funcionen las 24 horas del día, siete días a la semana. En consecuencia, el estrés psicológico y fisiológico originado por el trabajo a turnos y nocturno sigue suponiendo un problema para multitud de trabajadores de correos, sobre todo durante el ajetreado turno de noche en los grandes centros de procesamiento postal.

La mayoría de las administraciones postales del mundo industrializado se organizan con centros de proceso de gran tamaño que surten a pequeñas oficinas de distribución y reparto. Los centros de proceso, a menudo de varias plantas y varios miles de metros cuadrados de superficie, están equipados con grandes máquinas, equipo de manipulación de materiales, vehículos de motor y talleres de reparación y pintura similares a ambientes de trabajo industriales. No obstante, las oficinas de destino más pequeñas son por lo general más limpias y menos ruidosas, guardando mayor similitud con el ambiente existente generalmente en oficinas.

Riesgos y su prevención

Aunque la tecnología ha eliminado numerosas tareas peligrosas y monótonas realizadas por los trabajadores de correos, han surgido riesgos diferentes que, si no se atienden debidamente, pueden ser perjudiciales para la seguridad y la salud de los trabajadores postales.

Servicios de mostrador

Las tareas desempeñadas por los trabajadores destinados a servicios postales en mostrador dependen del tamaño de la oficina de correos y del tipo de servicios ofrecidos por la administración postal. Las funciones generales de los trabajadores en mostradores y ventanillas son la venta de sellos e impresos para giros postales, el pesado y franqueo de cartas y paquetes y la información postal a los clientes. Dado que este personal maneja directamente dinero en su relación con el público, corre un mayor riesgo de sufrir robos con violencia. Para el personal de ventanilla que trabaja solo en un lugar próximo a zonas con un alto índice de delincuencia o por la noche o de madrugada, la violencia en el lugar de trabajo puede ser un riesgo laboral importante si no se adoptan medidas de protección apropiadas. La posibilidad de que exista tal violencia también contribuye a un estrés mental desmedido. De igual modo, son factores que contribuyen al estrés, la presión diaria derivada del trato con el público y la responsabilidad de manejar cantidades de dinero relativamente grandes.

Las condiciones ambientales y la organización física del puesto de trabajo también pueden contribuir a los riesgos para la seguridad y la salud. Los problemas de calidad del aire en interiores, como el polvo, la falta de aire fresco y los cambios de temperatura, pueden causar incomodidades al trabajador de oficina postal. Los puestos de trabajo deficientemente diseñados que exigen al sujeto trabajar en posturas forzadas a causa de la situación del equipo (p. ej., caja registradora, balanza, recipientes para correo y paquetes), la permanencia prolongada de pie o sentado en sillas incómodas y no adaptables, así como el

levantamiento de paquetes pesados pueden originar trastornos musculoesqueléticos.

Son medidas preventivas de estos riesgos la mejora de la seguridad mediante la instalación de una adecuada protección exterior e interior, las puertas, ventanas y mamparas de vidrio a prueba de balas y alarmas silenciosas, asegurarse de que los trabajadores no trabajen solos, proporcionarles la formación necesaria para responder ante situaciones de emergencia y asegurarse de que el público tenga un acceso limitado y controlado al local. Las evaluaciones ergonómicas y de la calidad del aire en interiores también pueden contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo del personal dedicado a la atención al público.

Clasificación

El paso de las operaciones manuales a los sistemas mecanizados y automáticos ha influido en gran medida en la fase de manipulación y clasificación de las operaciones postales. Por ejemplo, mientras que antes los trabajadores de correos tenían que memorizar diversos códigos que correspondían a rutas de reparto, esa tarea se realiza actualmente por medio de ordenadores. Desde principios de los años 80, la tecnología ha mejorado hasta tal punto que actualmente muchas máquinas pueden "leer" una dirección y aplicar un código. En los países industrializados, la tarea de clasificar el correo ha pasado del ser humano a las máquinas.

Manipulación de materiales

Aunque la tecnología ha reducido la cantidad de clasificación manual de cartas y paquetes pequeños, sus repercusiones han sido menores en los movimientos de contenedores, paquetes y sacas de correo en el interior de las instalaciones postales. El correo transportado en camiones, aviones, ferrocarril o barco a grandes centros de proceso y clasificación puede trasladarse internamente a zonas de clasificación diferentes mediante sistemas de

Figura 101.1 • El manejo manual de paquetes pesados es un riesgo ergonómico grave. Son necesarios límites de peso y de tamaño de los paquetes.



cintas transportadoras complejos. Carretillas elevadoras, volquetes mecánicos y cintas transportadoras más pequeñas pueden ayudar a los trabajadores postales a descargar y cargar camiones y a colocar el correo en los complejos sistemas de transporte por cinta. No obstante, todavía es preciso realizar a mano algunas tareas de manipulación de materiales, sobre todo en los centros postales de menor tamaño. Las operaciones para separar el correo destinado al proceso mecánico del que debe clasificarse a mano, es una tarea que no se ha automatizado por completo. En función de los reglamentos de la administración postal o de la reglamentación nacional en materia de seguridad y salud, pueden implantarse límites sobre cargas pesadas para evitar que los trabajadores tengan que manipular y manejar contenedores de correo y paquetes demasiado pesados (véase la Figura 101.1).

Las tareas de manipulación de materiales, también exponen a los trabajadores de correos a riesgos eléctricos y a partes móviles de la maquinaria que pueden causar lesiones. Aunque el polvo de papel es una molestia para casi todos los trabajadores postales, los que se ocupan primordialmente de tareas de manipulación de materiales inhalan por lo general polvo cuando abren por primera vez sacas de correo y contenedores. También son estos trabajadores los primeros que entran en contacto con cualquier material biológico o químico que pueda haberse vertido durante el transporte.

Los esfuerzos para reducir el cansancio y las lesiones de espalda comprenden la automatización de algunas de las tareas que requieren una manipulación manual. El traslado de palés de correo mediante carretillas elevadoras, el uso de recipientes rodantes para transportar el correo en el interior de una dependencia y la instalación de descargadores automáticos de contenedores son métodos para automatizar tareas de manipulación de materiales. En algunos países industrializados se utiliza la robótica para ayudar a tareas de manipulación de materiales, como la descarga de contenedores en cintas transportadoras. La reglamentación sobre la cantidad de peso levantada y transportada por los trabajadores y la formación de éstos en las técnicas adecuadas de manejo de cargas también pueden ayudar a reducir la incidencia de lesiones y dolores de espalda.

A fin de controlar la exposición a productos químicos y biológicos, algunas administraciones de correos establecen prohibiciones en relación al tipo y la cantidad de materiales peligrosos que pueden enviarse por correo, y exigen asimismo que tales materiales sean identificables por los trabajadores postales. Dado que cierta cantidad de correo se enviará indudablemente sin añadir las debidas advertencias, es preciso que los trabajadores reciban formación que les permita actuar frente a vertidos de materiales potencialmente peligrosos.

Manual/mecánico

A medida que mejora la tecnología de clasificación, la clasificación manual de cartas está quedando rápidamente desfasada. Sin embargo, todavía es necesaria en cierta medida en numerosas administraciones postales, sobre todo en los países en desarrollo. La clasificación manual de cartas exige a los trabajadores colocarlas una por una en distintas casillas, tras lo cual se empaqueta el correo de cada una de ellas y se colocan los paquetes en contenedores o sacas para su envío. La clasificación manual es una actividad repetitiva realizada por el trabajador de pie o sentado en una banqueta.

Los trabajadores manuales también realizan la clasificación manual de los paquetes. Puesto que éstos son generalmente de mayor tamaño y mucho más pesados que las cartas, con frecuencia los trabajadores deben ponerlos en recipientes distintos situados a su alrededor. Los trabajadores que realizan esta tarea de clasificación, a menudo corren riesgo de lesiones o trastornos que afectan a hombros, brazos y espalda.

La automatización ha eliminado muchos de los riesgos ergonómicos asociados con la clasificación manual de cartas y paquetes. Cuando no se disponga de tecnología de automatización, debe darse a los trabajadores la oportunidad de rotar a tareas diferentes para aliviar el cansancio de una zona determinada del cuerpo. También deben permitirse descansos adecuados a los trabajadores que realicen tareas repetitivas.

En los sistemas de clasificación mecánica modernos, los trabajadores se sientan ante un teclado mientras las cartas pasan mecánicamente delante de ellos (Figura 101.2). Los pupitres de codificación se disponen en paralelo o uno detrás de otro. Con frecuencia los operadores tienen que memorizar centenaes de códigos que corresponden a zonas diferentes e introducir un código para cada carta en un teclado. A menos que estén debidamente ajustados, estos teclados pueden exigir al operador más fuerza para pulsar las teclas que los teclados informáticos modernos. El operador procesa alrededor de cincuenta a sesenta cartas por minuto. Basándose en el código introducido por el trabajador, las cartas se separan en cajas diferentes, de las que se recogen para empaquetarlas y enviarlas a su lugar de destino.

Los riesgos ergonómicos que originan trastornos musculoesqueléticos, sobre todo tendinitis y síndrome del túnel carpiano, son el problema más importante para los operadores de la clasificación mecanizada. Muchas de las máquinas utilizadas se diseñaron hace varias décadas, cuando no se aplicaban los

Figura 101.2 • Operadores de pupitre codificador clasificando cartas con ayuda de maquinaria informatizada.



principios ergonómicos con la misma diligencia que en la actualidad. Los equipos de clasificación automática y las pantallas de visualización de datos (PVD), están reemplazando rápidamente a estos sistemas de clasificación mecánicos. En muchas administraciones postales, en las que la clasificación mecánica sigue siendo el sistema principal, los trabajadores pueden rotar a otros puestos, tomarse descansos a intervalos regulares o hacer ambas cosas. La dotación de sillas cómodas y el ajuste de la fuerza de los teclados son otras modificaciones que pueden mejorar el trabajo. Aunque supongan molestias e incomodidades para el operador, el ruido y el polvo del correo no son por lo general riesgos importantes.

Pantallas de visualización de datos (PVD)

Las terminales de clasificación basadas en PVD están empezando a sustituir a las clasificadoras mecánicas. En lugar de encontrarse ante los objetos postales reales, el operador ve aparecer en la pantalla imágenes ampliadas de las direcciones. Gran parte del correo que se procesa clasificándolo mediante PVD, ha sido rechazado o apartado previamente por las clasificadoras automáticas como no procesable.

La ventaja de la clasificación mediante PVD es que hace innecesaria la proximidad física al correo. A través de módems informáticos pueden enviarse las imágenes a las PVD situadas en otra dependencia, o incluso en una ciudad distinta. Para el operador de PVD, esto significa que el entorno de trabajo es por lo general más cómodo, sin el ruido de fondo de las máquinas clasificadoras o el polvo del correo. No obstante, la clasificación mediante PVD es un trabajo muy agotador para la vista y con frecuencia sólo consiste en una tarea: teclear a partir de imágenes de cartas. Al igual que la mayoría de las tareas de clasificación, se trata de una función monótona pero que exige al mismo tiempo una fuerte concentración del operador para mantener los niveles de productividad exigidos.

Las molestias musculoesqueléticas y la fatiga ocular son las molestias más comunes de los operadores de PVD. Son medidas adecuadas para reducir el cansancio físico, ocular y mental, el equipo adaptable, como teclados y sillas, la iluminación apropiada para reducir reflejos y los descansos periódicos. Además, dado que estos operadores trabajan a menudo en entornos parecidos a oficinas, deben atenderse las quejas relativas a la calidad del aire interior.

Automatización

El tipo más avanzado de clasificación reduce la necesidad de que los trabajadores intervengan directamente en la codificación y separación de los distintos objetos postales. Por lo general bastan 2 o 3 trabajadores para manejar una clasificadora automática. En uno de los extremos de la máquina, un trabajador carga el correo en una cinta mecánica que pasa cada carta por delante de una lectora de caracteres ópticos (LCO). La LCO lee o escanea la carta, y se imprime en ésta un código de barras. A continuación se separan las cartas automáticamente en docenas de cajas situadas en el otro extremo de la máquina. Los trabajadores retiran de las cajas los paquetes de correo separado y los transportan a la fase siguiente del proceso de clasificación. Las clasificadoras automáticas más grandes son capaces de procesar entre 30.000 y 40.000 objetos postales por hora.

Aunque esta automatización ya no precisa un teclado para codificar el correo, los trabajadores siguen estando expuestos a tareas repetitivas y monótonas que entrañan riesgos de sufrir trastornos musculoesqueléticos. La retirada de los paquetes de correo separado en las diferentes cajas y su colocación en contenedores u otros equipos de manipulación de materiales, supone una tensión física sobre los hombros, la espalda y los brazos. Los operadores se quejan también de problemas de muñecas y

manos por tener que coger constantemente pilas de correo. La exposición al polvo causa a veces más problemas a quienes trabajan con clasificadoras automáticas que a los demás trabajadores postales debido al mayor volumen de correo procesado.

Son muchas las administraciones de correos que han adquirido hace poco el equipo para clasificación automática. A medida que aumenten las quejas de molestias musculoesqueléticas, los diseñadores y fabricantes de equipos se verán obligados a tener más en cuenta los principios ergonómicos, en sus intentos de lograr un equilibrio entre las necesidades de productividad y el bienestar de los trabajadores. Por ejemplo, en Estados Unidos, las autoridades en materia de seguridad y salud han llegado a la conclusión de que parte de los equipos de clasificación automática de correo presentan importantes deficiencias ergonómicas. Aunque puede intentarse modificar el equipo o los métodos de trabajo para reducir los riesgos de molestias musculoesqueléticas, tales modificaciones no son tan eficaces como el diseño adecuado del equipo (y de los métodos de trabajo) desde el principio.

Otro problema es el riesgo de lesiones, al eliminar atascos en las máquinas o durante las operaciones de mantenimiento y reparación, para las que se precisa una formación adecuada y la aplicación de dispositivos de bloqueo.

Reparto

Las operaciones postales se sirven de numerosos métodos de transporte para distribuir el correo: aéreo, ferroviario, marítimo y por carretera. Para distancias cortas y reparto local, el correo se transporta en vehículos a motor. El correo, que debe recorrer generalmente menos de varios cientos de kilómetros desde los grandes centros de proceso a las oficinas postales más pequeñas, suele transportarse en trenes o grandes camiones, mientras que los desplazamientos por aire y mar se reservan para las distancias mayores entre los grandes centros de proceso.

Al aumentar espectacularmente el uso de vehículos para servicios de reparto en las dos últimas décadas, los accidentes y lesiones derivados del uso de camiones, furgonetas y automóviles de correos se han convertido en el problema de seguridad y salud en el trabajo más importante y grave para algunas administraciones postales. Los accidentes con vehículos son la causa principal de mortalidad en el trabajo. Además, aunque el aumento del uso de vehículos de reparto y la instalación de más buzones de almacenamiento de correo en las calles, han ayudado a reducir la cantidad de tiempo que deben caminar los carteros, sigue habiendo problemas de molestias musculoesqueléticas y lesiones de espalda por causa de las pesadas carteras de correo que deben llevar en su ruta. Asimismo, están aumentando los robos y otras agresiones violentas contra los repartidores de correo. Las lesiones causadas por resbalones, tropezones y caídas, sobre todo en condiciones climatológicas adversas, y los ataques de perros son los riesgos más graves a los que se enfrentan los carteros. Por desgracia, no puede hacerse gran cosa para eliminar estos riesgos concretos, salvo aumentar las precauciones.

Las medidas encaminadas a reducir la probabilidad de accidentes con vehículos incluyen la instalación de frenos antibloqueo y de espejos retrovisores extra para mejorar la visibilidad, el aumento del uso de cinturones de seguridad, la mejor formación de los conductores, la realización de inspecciones de mantenimiento de los vehículos más frecuentes y la mejora de las carreteras y del diseño de los vehículos. Para eliminar los riesgos ergonómicos asociados con la carga y el transporte del correo, algunas administraciones postales facilitan carritos con ruedas o carteras especiales para correo en las que el peso se distribuye por igual en los hombros del trabajador, en lugar de concentrarse en un solo lado. Para reducir el peligro de violencia en el

lugar de trabajo, los repartidores pueden llevar dispositivos de comunicaciones bidireccionales, y sus vehículos pueden estar dotados de un sistema de seguimiento. Además, por razones ambientales y de prevención de la exposición a los gases de escape de los motores diesel, algunos vehículos postales están impulsados por gas natural o electricidad.

Reparación y mantenimiento

Los trabajadores responsables del mantenimiento, la limpieza y la reparación diarios de las dependencias y los equipos postales, incluidos los vehículos de motor, se enfrentan a riesgos semejantes a los de los que se ocupan del mantenimiento en otras actividades industriales. La exposición a operaciones de soldadura, riesgos eléctricos, caídas desde andamios, productos químicos contenidos en productos de limpieza y lubricantes de máquinas, amianto en revestimientos de frenos y polvo, son ejemplos de riesgos asociados con tareas de mantenimiento.

● TELECOMUNICACIONES

David LeGrande

Se entiende por telecomunicaciones el acto de comunicarse con otros por medio de equipos electrónicos como teléfonos, módems informáticos, satélites y cables de fibra óptica. Los sistemas de telecomunicación comprenden los cables de telecomunicación que van desde el usuario a la central de conmutación local (bucles locales), las instalaciones de conmutación que suministran la conexión de comunicaciones al usuario, las líneas que transmiten las llamadas entre las oficinas de conmutación y, por supuesto, el usuario.

Desde principios a mediados del siglo XX se introdujeron las centrales telefónicas, los sistemas de conmutación electromecánicos, los cables, los repetidores, los sistemas portadores y los equipos de microondas. Como consecuencia, los sistemas de telecomunicación se extendieron por las zonas industrializadas del mundo.

Desde 1950 hasta 1984, se produjeron continuos avances tecnológicos. Por ejemplo, se introdujeron por todo el sector de las telecomunicaciones los sistemas por satélite, los sistemas de cable mejorados, el uso de tecnología digital, la fibra óptica, la informática y la telefonía de vídeo. Estos cambios permitieron la expansión de los sistemas de telecomunicaciones por más lugares del mundo.

En 1984, una sentencia judicial acabó con el monopolio de las telecomunicaciones de que disfrutaba en Estados Unidos la empresa American Telegraph and Telephone (AT&T). Tal acontecimiento coincidió con numerosos cambios rápidos e importantes en la tecnología del propio sector de las telecomunicaciones.

Hasta los años 80, los servicios de telecomunicaciones se consideraban servicios públicos que operaban en un marco legislativo que preveía un régimen de monopolio en prácticamente todos los países. Junto con el desarrollo de la actividad económica, la aparición de nuevas tecnologías ha conducido a la privatización del sector de las telecomunicaciones. Esta tendencia culminó en la desmembración de la AT&T y en la desregulación del sistema de telecomunicaciones de Estados Unidos. En otros países se están realizando actividades de privatización semejantes.

Desde 1984, los avances tecnológicos han producido y ampliado sistemas de telecomunicación capaces de ofrecer un servicio universal a todos los habitantes del mundo, algo que está ocurriendo a medida que la tecnología de las telecomu-

nicaciones converge con otras tecnologías de la información. En este proceso intervienen campos relacionados, como los de la electrónica y el proceso de datos.

Las repercusiones de la introducción de nuevas tecnologías en el trabajo han sido ambivalentes. No cabe duda alguna de que se ha reducido los niveles de empleo y los de cualificación de los puestos de trabajo, produciéndose una radical sustitución, tanto de las tareas de los trabajadores de telecomunicaciones, como de las cualificaciones y la experiencia que se les exigen. No obstante, algunos prevén en el futuro un crecimiento del empleo, como resultado del aumento de las actividades comerciales estimulado por la desregulación del sector de las telecomunicaciones, que originará muchos puestos de trabajo altamente cualificados.

Los puestos de trabajo del sector de las telecomunicaciones pueden dividirse en los de técnicos especialistas y los de personal administrativo. Entre los primeros están los empalmadores e instaladores de cables, los técnicos de instalaciones exteriores, los de oficinas centrales y los de estructuras. Se trata de puestos de trabajo muy especializados, sobre todo a consecuencia de los nuevos equipos tecnológicos. Por ejemplo, los trabajadores deben tener conocimientos muy amplios en los campos eléctrico, electrónico y/o mecánico por su relación con la instalación, el servicio y el mantenimiento del equipo de telecomunicación. La formación se adquiere mediante clases teóricas y formación en el puesto de trabajo.

Las tareas administrativas comprenden operadores de información, personal de servicio a clientes, representantes de cuentas y administrativos de ventas. Por lo general, exigen el manejo de equipos de comunicaciones, tales como PVD, centralitas y máquinas de fax, que se utilizan para establecer conexiones locales o de larga distancia, realizar el trabajo de oficina comercial en el lugar de trabajo o fuera de él y mantener contactos de venta con los clientes.

Riesgos y controles

Los riesgos para la seguridad y la salud existentes en el sector de las telecomunicaciones pueden clasificarse según el tipo de tareas o servicios que se realizan.

Operaciones de construcción y montaje

En general, se dan los mismos riesgos que en el campo de la construcción, aunque existen varias actividades destacables que son específicas de las telecomunicaciones, como el trabajo en altura en postes o torres, la instalación de sistemas de cableado para telecomunicaciones y la excavación para tendido de cables. En las telecomunicaciones son aplicables las medidas de protección habituales, como trepadores de postes, arneses de seguridad, plataformas de elevación y entibación adecuada de las excavaciones. Con frecuencia estos trabajos se realizan durante reparaciones de urgencia exigidas por causa de tormentas, corrimientos de tierras o inundaciones.

Electricidad

Al realizar trabajos de telecomunicaciones es de suma importancia el uso seguro de la electricidad y los equipos eléctricos. Las medidas preventivas normales contra la electrocución, las descargas eléctricas, los cortocircuitos y los incendios o explosiones son plenamente aplicables a las telecomunicaciones. Una fuente importante de peligro puede surgir cuando los cables de telecomunicaciones y eléctricos se encuentran en estrecha proximidad.

Tendido y mantenimiento de cables

El tendido y el mantenimiento de cables supone una preocupación importante en cuanto a la seguridad y la salud. El trabajo en

cables subterráneos, conductos de tubería y cámaras de empalme exige el manejo de pesados tambores de cable y la introducción de los cables en los conductos subterráneos mediante tornos mecánicos y equipo especial para manipularlos, así como el empalmado o unión de los cables y su aislamiento o impermeabilización. Durante los trabajos de empalme y aislamiento, los trabajadores se ven expuestos a riesgos para la salud, como plomo, disolventes e isocianatos. Las medidas preventivas comprenden el uso de los productos químicos menos tóxicos, una ventilación adecuada y EPI. Es frecuente que el trabajo de mantenimiento y reparación se realice en espacios confinados, como registros y recintos subterráneos. Un trabajo de este tipo exige equipo de protección respiratoria adecuado, arnés y equipo de elevación, así como la presencia de un trabajador en la superficie que sea capaz de realizar reanimación cardiopulmonar de urgencia.

Otro trabajo causante de problemas para la seguridad y salud en el trabajo, es el realizado con cables de telecomunicaciones de fibra óptica, que se instalan como alternativa a los que llevan fundas de plomo y poliuretano porque permiten transmitir muchas más comunicaciones y tienen un tamaño mucho menor. En lo que concierne a la seguridad y la salud, implica posibles quemaduras en los ojos o en la piel a causa de la exposición al rayo láser cuando se desconectan o rompen los cables. Si esto ocurre, deberán implantarse medidas técnicas de control y suministrar a los trabajadores EPI adecuados.

Asimismo, el trabajo de instalación y mantenimiento de cables realizado en edificios, lleva aparejada una posible exposición a productos que contienen amianto. Esta exposición se produce a consecuencia del deterioro o la descomposición de productos que contienen amianto, como conducciones, compuestos para parchado y encintado, losetas para suelos y techos y rellenos de refuerzo de pinturas y selladores. A finales de los años 70, se prohibieron en muchos países o se desaconsejó el uso de los productos que contienen amianto. El cumplimiento de su prohibición en todo el mundo eliminará la exposición y los consiguientes trastornos de salud para las generaciones de trabajadores futuras, pero en los edificios antiguos todavía quedan grandes cantidades de amianto a las que hay que enfrentarse.

Servicios de telégrafos

Los trabajadores de telégrafos utilizan PVD y, en algunos casos, equipo telegráfico para realizar su trabajo. Un riesgo frecuente asociado con este tipo de trabajo son los traumatismos musculoesqueléticos acumulativos de las extremidades superiores. Estos problemas de salud pueden reducirse al mínimo y prevenirse si se presta mayor atención al diseño ergonómico de los puestos de trabajo, al entorno laboral y a los factores de organización del trabajo.

Servicio de telecomunicaciones

Los circuitos automáticos de conmutación y conexión son los componentes responsables del funcionamiento de los sistemas de telecomunicaciones modernos. Las comunicaciones se establecen generalmente mediante microondas y ondas de radiofrecuencia, además de cables y alambres. La exposición a microondas y radiofrecuencias entraña riesgos potenciales. Según los datos científicos disponibles, no existen indicios de que la exposición a la mayoría de los tipos de equipos de telecomunicaciones emisores de radiación se relacione directamente con trastornos de la salud. No obstante, los trabajadores pueden estar expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia cuando trabajan en las proximidades de líneas eléctricas de alta tensión. Se han recogido datos que indican una relación entre estas emisiones y el cáncer. Se están realizando más investigaciones científicas para

determinar con mayor claridad la gravedad de este riesgo, así como el equipo y los métodos de prevención adecuados. Además, se han asociado problemas de salud a las emisiones de los equipos telefónicos celulares. Se están realizando investigaciones posteriores para extraer conclusiones respecto a posibles riesgos para la salud.

La inmensa mayoría de los servicios de telecomunicaciones se realizan utilizando PVD. El trabajo con PVD se asocia con la aparición de trastornos musculoesqueléticos acumulativos de las extremidades superiores (sobre todo de la mano y la muñeca). Muchos sindicatos de telecomunicaciones, como Communications Workers of America (EE.UU.), Seko (Suecia) y Communication Workers Union (Reino Unido), han identificado índices catastróficos de trastornos musculoesqueléticos acumulativos en los puestos de trabajo con PVD entre los trabajadores a quienes representan. El diseño adecuado de los puestos de trabajo con PVD teniendo en cuenta las variables del puesto, el entorno y la organización del trabajo, reducirán al mínimo y prevendrán estos problemas de salud.

Otros problemas de salud son el estrés, el ruido y las descargas eléctricas.

RIESGOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (RESIDUOS)

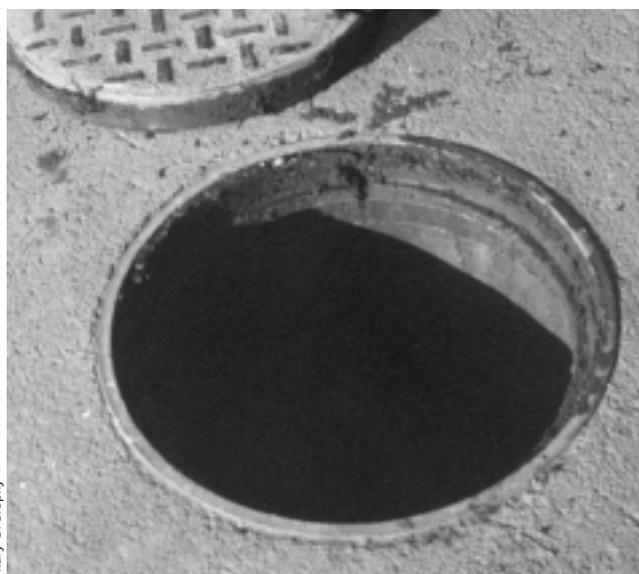
Mary O. Brophy

Si no se trataran los residuos, la concentración actual de personas e industrias en numerosas regiones del mundo haría muy rápidamente incompatible la vida con el medio ambiente. Aunque es importante la reducción de la cantidad de residuos, es esencial un tratamiento adecuado. En una planta de tratamiento entran dos tipos básicos de residuos: los humanos/animales y los industriales. Los seres humanos excretan unos 250 gramos de residuos sólidos por persona y día, que incluyen 2.000 millones de bacterias coliformes y 450 millones de estreptococos por persona y día (Mara 1974). Las tasas de producción de residuos sólidos industriales oscilan entre 0,12 toneladas por trabajador al año en instituciones profesionales y científicas, y 162 toneladas enerrerías y talleres de cepillado de madera (Salvato 1992). Aunque algunas plantas de tratamiento de residuos se dedican exclusivamente a uno u otro tipo de material, la mayoría se ocupan tanto de residuos de origen animal como industrial.

Riesgos y su prevención

El objetivo de las plantas de tratamiento de aguas residuales es eliminar la mayor cantidad posible de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos, siempre que sea técnica y económicamente posible. Existe una gran variedad de procesos diferentes para eliminar los contaminantes de las aguas residuales: sedimentación, coagulación, condensación, aireación, desinfección, filtración y tratamiento de lodos. (Véase también el artículo "Tratamiento de aguas residuales" en este mismo capítulo.) El riesgo específico asociado con cada proceso varía en función del diseño de la planta de tratamiento y de los productos químicos utilizados en los distintos procesos, pero cabe distinguir riesgos físicos, microbiológicos y químicos. La clave para prevenir o reducir al mínimo los efectos adversos asociados con el trabajo en plantas de tratamiento de aguas residuales es prevenir, identificar, evaluar y controlar los riesgos.

Figura 101.3 • Boca de registro con la tapa retirada.



Mary O. Brophy

Riesgos físicos

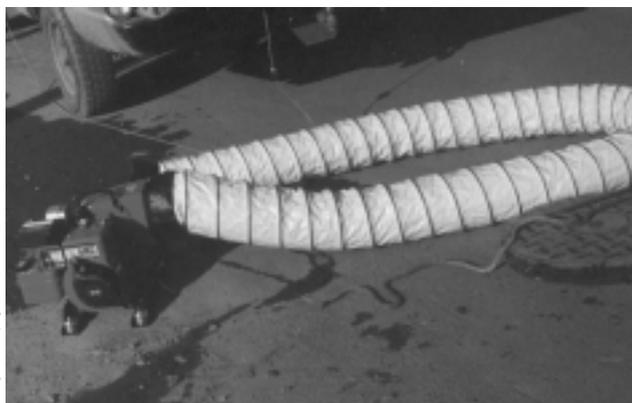
Los espacios cerrados, la puesta en marcha inadvertida de máquinas o partes de ellas y los resbalones y caídas entrañan riesgos físicos. Las consecuencias de un riesgo físico pueden a menudo ser inmediatas, irreversibles y graves, o incluso mortales. Los riesgos físicos varían en función del diseño de la planta. No obstante, la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen espacios confinados, entre ellos bóvedas o cuevas subterráneas de acceso difícil, registros (Figura 101.3) y tanques de sedimentación vaciados de su contenido líquido, por ejemplo, con motivo de reparaciones (Figura 101.4). Los equipos de mezclado, rastrillos para lodos, bombas y dispositivos mecánicos utilizados para diversas operaciones en las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden causar mutilaciones, e incluso la muerte, si se ponen en funcionamiento involuntariamente mientras un trabajador realiza tareas de reparación o mantenimiento.

Figura 101.4 • Tanque vacío en una planta de tratamiento de aguas residuales.



Mary O. Brophy

Figura 101.5 • Unidad de renovación de aire para entrar en un espacio cerrado.



Mary O. Brophy

Las superficies húmedas, frecuentes en tales plantas, contribuyen al riesgo de resbalones y caídas.

La entrada a espacios confinados es uno de los riesgos más comunes para los trabajadores que se ocupan del tratamiento de aguas residuales, y uno de los más graves. No es fácil dar una definición universalmente válida de un espacio confinado, pero en general se considera que es una zona con medios limitados de entrada y salida que no se diseñó para la permanencia continuada de personas y que carece de la ventilación adecuada. Existen riesgos cuando el espacio confinado se asocia con escasez de oxígeno, o la presencia de un producto químico tóxico o de un material inundante, como el agua. El descenso de los niveles de oxígeno puede deberse a diversas circunstancias, como su sustitución por otro gas (p. ej., metano o sulfuro de hidrógeno), el consumo de oxígeno por la degeneración del material orgánico contenido en el agua residual o por el consumo de las moléculas de oxígeno en el proceso de oxidación de alguna estructura dentro del espacio confinado. Dado que la observación humana directa no permite descubrir la existencia de niveles bajos de oxígeno en espacios confinados, es de suma importancia utilizar un instrumento capaz de determinar el nivel de oxígeno antes de entrar en un recinto de esas características.

Nuestra atmósfera contiene un 21 % de oxígeno al nivel del mar. Cuando el porcentaje de oxígeno del aire que se respira desciende a alrededor del 16,5 %, la respiración de la persona se hace más rápida y superficial, aumenta la frecuencia cardíaca y se empieza a perder coordinación. Con valores inferiores al 11 %, se sufren náuseas, vómitos, incapacidad para moverse e inconsciencia. Con niveles de oxígeno situados entre estos dos puntos puede producirse inestabilidad emocional y alteración del juicio. Cuando las personas entran en un recinto con niveles de oxígeno inferiores al 16,5 %, pueden sentir inmediatamente una desorientación tal que les impida salir de ellos, y caer después en la inconsciencia. Si la falta de oxígeno es lo bastante acusada, el sujeto puede quedar inconsciente después de una sola inspiración. Si no acuden en su rescate, puede morir en cuestión de minutos. Aun en caso de que se produzcan el rescate y la reanimación se pueden producirse lesiones permanentes (Wilkenfeld y cols. 1992).

La falta de oxígeno no es el único riesgo existente en un espacio confinado. Puede darse la presencia de gases tóxicos en concentración lo bastante alta para causar lesiones graves, e incluso la muerte, a pesar de existir niveles de oxígeno adecuados. Más adelante se comentan los efectos de los productos químicos tóxicos encontrados en espacios confinados. Uno de los medios más eficaces de controlar los riesgos

asociados con los niveles bajos de oxígenos (inferiores al 19,5 %) y con las atmósferas contaminadas con productos químicos tóxicos es una ventilación mecánica concienzuda y adecuada del recinto confinado antes de permitir la entrada a él de persona alguna. Para ello suele utilizarse un conducto flexible por el que se insufla aire exterior al interior del espacio confinado (véase la Figura 101.5). Hay que asegurarse de que no se introducen también en el recinto las emanaciones de un generador o del motor del ventilador (Brophy 1991).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen a menudo maquinaria de gran tamaño para trasladar de un lugar a otro de la planta los lodos o las aguas residuales sin tratar. Cuando se reparen equipos de este tipo, hay que cortar totalmente el suministro de corriente a la máquina. Además, el conmutador para reconectar el equipo a la red eléctrica debe estar bajo el control de la persona que realice las reparaciones, lo que evita que otro trabajador de la planta conecte inadvertidamente el equipo. La elaboración e implantación de procedimientos para lograr estos objetivos se denomina programa de bloqueo/advertencia, y la ineficacia o insuficiencia de un programa de este tipo puede originar mutilaciones de partes del cuerpo como dedos, brazos y piernas, desmembración o incluso el fallecimiento.

En las plantas de tratamiento de aguas residuales existen con frecuencia grandes depósitos y recipientes de almacenamiento. En ocasiones las personas tienen que trabajar encima de los recipientes o caminar al lado de pozos que se han vaciado de agua y pueden tener una caída de 2,5 a 3 metros (véase la Figura 101.4). Debe facilitarse a los trabajadores la protección necesaria contra las caídas, así como formación adecuada en materia de seguridad.

Riesgos microbiológicos

Los riesgos microbiológicos se asocian primordialmente con el tratamiento de residuos humanos y animales. Aunque a menudo se añaden bacterias para alterar los sólidos que contienen las aguas residuales, el riesgo para los trabajadores en el tratamiento de aguas residuales procede sobre todo de la exposición a los microorganismos presentes en los residuos humanos y de otras especies animales. Cuando se utiliza la aireación durante el proceso de tratamiento de aguas residuales, estos microorganismos pueden quedar suspendidos en el aire. No se ha evaluado de modo concluyente el efecto, a largo plazo, en el sistema inmunitario de los individuos expuestos a estos microorganismos durante períodos de tiempo prolongados. Además, los trabajadores que retiran los residuos sólidos de la corriente entrante, antes de que se inicie tratamiento alguno, están expuestos a menudo a los microorganismos contenidos en el material, que salpica su piel y afecta a sus membranas mucosas. Los resultados del contacto con microorganismos presentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales durante períodos prolongados, son con frecuencia más insidiosos que los originados por exposiciones intensas agudas. No obstante, estos efectos también pueden ser irreversibles y graves.

Los tres tipos principales de microbios presentes en esta clase de exposición son los hongos, las bacterias y los virus. Todos ellos pueden causar enfermedades, tanto agudas como crónicas. Se han presentado síntomas agudos, como problemas respiratorios, dolores abdominales y diarrea, en trabajadores de tratamiento de residuos (Crook, Bardos y Lacey 1988; Lundholm y Rylander 1980). Las enfermedades crónicas, tales como el asma y la alveolitis alérgica, se han asociado tradicionalmente con la exposición a niveles elevados de microbios en suspensión en el aire y, recientemente, con exposición microbiológica durante el tratamiento de los residuos domésticos (Rosas y cols. 1996;

Johanning, Olmstead y Yang 1995). Están empezando a publicarse informes de concentraciones significativamente elevadas de hongos y bacterias en instalaciones para tratamiento de residuos, deshidratación de lodos y fabricación de "compost" (Rosas y cols 1996; Bisesi y Kudlinski 1996; Johanning, Olmstead y Yang 1995). Otra fuente de microbios en el aire son los depósitos de aireación que se utilizan en numerosas plantas de tratamiento de aguas residuales.

Además de por inhalación, los microbios pueden transmitirse por ingestión y por contacto con piel que no esté intacta. Es importante la higiene personal, incluido el lavado de manos antes de comer, fumar e ir al servicio. Los alimentos, bebidas, cubiertos, cigarrillos y todo lo que puede llevarse a la boca debe mantenerse alejado de las zonas de posible contaminación bacteriana.

Riesgos químicos

Los efectos de la exposición a productos químicos en plantas de tratamiento de aguas residuales pueden ser tanto inmediatas y mortales, como a largo plazo. En el proceso de coagulación, condensación, desinfección y tratamiento de lodos se utilizan diversos productos químicos. El producto elegido está determinado por el contaminante o contaminantes del agua residual sin tratar; algunos residuos industriales exigen tratamientos químicos un tanto singulares. No obstante, los principales riesgos de los productos químicos utilizados en los procesos de coagulación y floculación son, por lo general, la irritación cutánea y lesiones oculares debidas a un contacto directo, especialmente cuando se trata de soluciones que tienen un pH (acidez) inferior a 3 o superior a 9. La desinfección del efluente se consigue a menudo mediante cloro líquido o gaseoso. El uso de cloro líquido puede causar lesiones oculares en caso de salpicaduras a los ojos. También se utilizan ozono y luz ultravioleta para conseguir la desinfección del efluente.

Un medio de controlar la eficacia del tratamiento de las aguas residuales es determinar la cantidad de material orgánico que permanece en el efluente después de completar el tratamiento, lo que puede hacerse averiguando la cantidad de oxígeno que sería necesaria para biodegradar el material orgánico contenido en 1 litro de líquido durante un período de 5 días. Es lo que se denomina demanda biológica de oxígeno en 5 días (DBO₅).

En las plantas de tratamiento de aguas surgen riesgos químicos de la descomposición de material orgánico que origina la producción de sulfuro de hidrógeno y metano, de los residuos tóxicos vertidos en el alcantarillado y de los contaminantes producidos por operaciones realizadas por los propios trabajadores.

El sulfuro de hidrógeno está presente casi siempre en las plantas de tratamiento de aguas residuales; también se le conoce como el gas de las alcantarillas, y tiene un olor peculiar desagradable, con frecuencia identificado con el de huevos podridos. Sin embargo, el olfato humano se acostumbra rápidamente al olor. Las personas expuestas al sulfuro de hidrógeno a menudo pierden la capacidad para detectar su olor (es decir, sufren fatiga olfatoria). Además, aun en caso de que el sistema olfativo sea capaz de detectar el sulfuro de hidrógeno, no es capaz de calibrar exactamente su concentración en la atmósfera. El sulfuro de hidrógeno interfiere bioquímicamente en el mecanismo de transporte de electrones y bloquea la utilización de oxígeno en el plano molecular. El resultado es la asfixia y, en última instancia, la muerte por falta de oxígeno en las células del tronco encefálico que controlan la frecuencia respiratoria. En los espacios confinados existentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden existir, y con frecuencia existen, niveles altos de sulfuro de hidrógeno (superiores a

100 ppm). La exposición a concentraciones muy altas de este gas puede ocasionar la supresión casi instantánea del centro respiratorio del tronco encefálico. El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos ha considerado inmediatamente peligrosa para la vida y la salud (IPVS) la concentración de 100 ppm de sulfuro de hidrógeno. Casi siempre existen concentraciones más bajas de sulfuro de hidrógeno (inferiores a 10 ppm) en algunas zonas de las plantas de tratamiento de aguas residuales. A estos niveles más bajos, el sulfuro de hidrógeno puede ser irritante para el aparato respiratorio, ir acompañado de dolores de cabeza y causar conjuntivitis (Smith 1986). El gas se produce por la descomposición de materia orgánica, y en la industria, durante la producción de papel (proceso Kraft), el curtido del cuero (eliminación del pelo con sulfuro sódico) y la producción de agua pesada para reactores nucleares.

El metano es otro gas producido por la descomposición de materia orgánica. Además de desplazar al oxígeno, el metano es explosivo. Pueden alcanzarse concentraciones que originen una explosión en presencia de una chispa o fuente de ignición.

Las plantas que manipulen residuos industriales deben tener un conocimiento exhaustivo de los productos químicos utilizados en cada una de las industrias que recurren a sus servicios, y una relación práctica con los directivos de esas industrias para que puedan recibir información inmediata de cualquier cambio de los procesos y el contenido de los residuos. El vertido de disolventes, combustibles y cualquier otra sustancia en sistemas de alcantarillado supone un riesgo para los trabajadores de tratamiento de aguas, no sólo a causa de la toxicidad del material vertido, sino también porque el vertido es imprevisto.

Siempre que se realice una operación industrial, como el soldado o la pintura pulverizada, en un espacio cerrado hay que tener especial cuidado de facilitar una ventilación suficiente para prevenir el riesgo de explosión y para eliminar el material tóxico producido. Cuando la operación realizada en un espacio confinado origina una atmósfera tóxica, con frecuencia es necesario proteger al trabajador con un equipo de protección respiratoria, ya que la ventilación del espacio confinado puede no garantizar que la concentración del producto químico tóxico se mantenga por debajo del límite de exposición permisible. La selección y la adaptación de un equipo de protección respiratoria adecuado pertenecen a la esfera de la higiene del trabajo.

Otro riesgo químico grave en las plantas de tratamiento de aguas residuales es el uso de gas de cloro gaseoso para descontaminar el efluente de la planta. El cloro gaseoso está contenido en recipientes diversos con pesos desde 70 kg hasta 1 tonelada. Algunas plantas de tratamiento de aguas muy grandes utilizan cloro transportado en vagones ferroviarios. El cloro gaseoso es sumamente irritante para los alveolos pulmonares, incluso en concentraciones de sólo unas pocas ppm. La inhalación de concentraciones más altas de cloro puede causar inflamación de los alveolos pulmonares y producir el "síndrome de sufrimiento respiratorio del adulto", que causa una mortalidad del 50 %. Cuando una planta de tratamiento de aguas residuales utiliza grandes cantidades de cloro (1 tonelada o más), no sólo existe riesgo para sus trabajadores, sino también para la comunidad circundante. Por desgracia, las plantas que utilizan las mayores cantidades de cloro suelen estar situadas en grandes centros metropolitanos con densidad de población elevada. Se dispone de otros métodos de descontaminación del efluente de las plantas de tratamiento de aguas, como el tratamiento con ozono, el uso de solución de hipoclorito líquido y la irradiación ultravioleta.

RECOGIDA DE BASURAS DOMESTICAS*

Madeleine Bourdouxhe

Visión general

Aparte de los pocos trabajadores de los municipios de la provincia de Quebec, Canadá, que tienen servicios de recogida de basuras propios, hay miles de trabajadores de recogida de basuras y conductores empleados en centenares de empresas del sector privado.

Numerosas empresas privadas recurren de modo total o parcial a personas que tienen camiones alquilados o propios y son responsables del personal de recogida que trabaja para ellos. En el sector existe una fuerte competencia, dado que los contratos municipales se conceden a quien ofrece el precio más bajo, y es habitual la rotación anual de las empresas. La competencia elevada también conduce a tasas de recogida de basuras domésticas bajas y estables, y la recogida de basuras cuenta con el porcentaje más bajo de los impuestos municipales. No obstante, a medida que se llenan los vertederos existentes, los costes por este concepto aumentan, lo que obliga a los municipios a considerar el uso de sistemas de gestión de residuos integrados. Todos los trabajadores municipales están sindicados. La sindicación de los del sector privado se inició en los años 80, y supone actualmente del 20 al 30 % de los trabajadores.

Procesos de trabajo

La recogida de basuras es un oficio peligroso. Dado que los camiones de recogida son similares a prensas hidráulicas, se deduce que la recogida de basuras es como trabajar en una prensa industrial móvil en condiciones mucho más exigentes que las de la mayoría de las fábricas. En la recogida de basuras, la máquina se desplaza por el tráfico viario haciendo paradas, y los trabajadores tienen que alimentarla corriendo detrás de ella y arrojando en su interior objetos irregulares de volumen y peso variables que contienen objetos invisibles y peligrosos. Por término medio, los recogedores manipulan 2,4 toneladas de basura por hora. La eficacia de las operaciones de recogida de residuos sólidos depende totalmente de los factores determinantes de la velocidad y el ritmo de trabajo. La necesidad de evitar el tráfico en horas punta y los cierres de pasos o puentes impone presiones de tiempo en los puntos de recogida y durante el transporte. La velocidad también tiene importancia durante la descarga en vertederos e incineradoras.

Hay varios aspectos de la recogida de basuras que influyen en la carga de trabajo y en los riesgos. En primer lugar, la remuneración es fija, es decir, en el día de recogida tienen que recogerse totalmente las basuras domésticas de la zona especificada en el contrato. Dado que el volumen de residuos depende de las actividades de los residentes y varía de un día a otro y según la estación, la carga de trabajo también varía enormemente. En segundo lugar, los trabajadores están en contacto directo con los objetos y los residuos que se recogen, lo que supone una gran diferencia respecto a la situación existente en los sectores de recogida de residuos comerciales e industriales, en los que camiones de carga frontal equipados con horquillas elevadoras automáticas o camiones de tapa abatible recogen los contenedores llenos de residuos. Ello significa que los trabajadores de esos sectores no manipulan los contenedores de residuos ni están

*En numerosas poblaciones, son trabajadores municipales los que realizan la recogida de basuras domésticas, mientras que en otras la realizan empresas privadas. En este artículo se ofrece una panorámica de los procesos y los riesgos basada en observaciones y experiencias en la provincia de Quebec, Canadá. Nota del director del capítulo.

Figura 101.6 • Camión de recogida automática de basuras de carga lateral.



Pak Mor Manufacturing Company

en contacto directo con éstos. Así pues, las condiciones de trabajo de estos recogedores se parecen más a las de los conductores de camiones de basuras domésticas que a las de los recogedores de éstas.

Por otro lado, la recogida en zonas residenciales (también llamada recogida doméstica) es fundamentalmente manual, y los trabajadores siguen manipulando una amplia variedad de objetos y recipientes de tamaño, naturaleza y peso variables. En algunos municipios residenciales y rurales se ha implantado la recogida semiautomática, consistente en el uso de cubos de basura domésticos móviles y recogedores de carga lateral (Figura 101.6). Sin embargo, la mayoría de las basuras domésticas siguen recogándose de forma manual, sobre todo en las ciudades. Así pues, la característica principal de esta tarea es un ejercicio físico importante.

Riesgos

Un estudio en el que se realizaron observaciones y estimaciones de campo, entrevistas con directivos y trabajadores, un análisis estadístico de 755 accidentes de trabajo y un análisis de secuencias de vídeo, revelaron varios riesgos potenciales (Bourdouxhe, Cloutier y Guertin 1992).

Carga de trabajo

Por término medio, los recogedores de basuras manipulan a diario 16.000 kg, repartidos en más de 500 puntos de recogida, lo que equivale a una densidad de recogida de 550 kg/km. La recogida dura casi 6 horas, lo que indica que se recogen 2,4 toneladas/hora, y exige caminar 11 km durante una jornada completa de trabajo de 9 horas. La velocidad media de recogida es de 4,6 km/hora, a lo largo de un territorio de casi 30 km de aceras, calles y callejones. Los períodos de descanso se limitan a unos pocos minutos en equilibrio precario sobre la plataforma trasera o, en el caso de los conductores-recogedores de camiones de carga lateral, al volante. Esta exigente carga de trabajo tiene por agravantes factores como la frecuencia de subidas y bajadas del camión, la distancia cubierta, las formas de desplazamiento, el esfuerzo estático necesario para mantener el equilibrio en la plataforma trasera (como mínimo, 13 kg de fuerza), la frecuencia de las operaciones de manipulación por unidad de tiempo,

la variedad de las posturas exigidas (movimientos de flexión), la frecuencia de sacudidas y movimientos de torsión del tronco y el elevado ritmo de recogida por unidad de tiempo en algunos sectores. El hecho de que en el 23 % de los recorridos observados se superara el límite de peso recomendado en la norma sobre manipulación de cargas de la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), es testimonio elocuente de las consecuencias de estos factores. Cuando se consideran las capacidades de los trabajadores (establecidas en 3 toneladas/hora para camiones de carga trasera y 1,9 toneladas/hora para los de carga lateral), la frecuencia con la que se supera la norma de la AFNOR se eleva al 37 %.

Diversidad y naturaleza de los objetos manipulados

La manipulación de objetos y recipientes de peso y volumen variables interrumpe la continuidad de las operaciones y rompe los ritmos de trabajo. Los objetos de este tipo, a menudo escondidos por los residentes, comprenden artículos pesados, grandes o voluminosos, cortantes o puntiagudos, e incluso materiales peligrosos. Los riesgos encontrados con más frecuencia se enumeran en la Tabla 101.2.

Para los trabajadores supone una gran ayuda que los residentes clasifiquen las basuras en bolsas de colores determinados y cubos domésticos con ruedas, que facilitan la recogida y permiten un mejor control del ritmo de trabajo y el esfuerzo.

Condiciones climáticas y naturaleza de los objetos transportados

Las bolsas de papel mojadas y las bolsas de plástico de mala calidad que se desgarran y esparcen su contenido por la acera, los cubos de basura congelados y los cubos domésticos encajados en montones de nieve pueden originar incidentes y maniobras de recuperación peligrosas.

Tabla 101.2 • Objetos peligrosos encontrados en la recogida de basuras domésticas.

Vidrio, cristales de ventanas, tubos fluorescentes

Ácido de baterías, latas de disolvente o pintura, botes de aerosoles, cilindros de gas, aceite de motores

Restos de construcción, polvo, yeso, serrín, cenizas de chimenea

Trozos de madera con clavos

Jeringas, residuos médicos

Restos de jardines, hierba, piedras, tierra

Muebles, aparatos eléctricos, otras basuras domésticas de gran tamaño

Basuras precompactadas (en edificios de apartamentos)

Número excesivo de pequeños contenedores procedentes de negocios pequeños y restaurantes

Grandes cantidades de residuos vegetales y animales en sectores rurales

Bolsas extragrandes

Contenedores prohibidos (p. ej., sin asas, de peso excesivo, bidones de aceite de 200 litros, bidones de cuello estrecho, cubos de basura sin tapas)

Bolsas pequeñas aparentemente ligeras que en realidad son pesadas

Número excesivo de bolsas pequeñas

Bolsas y cajas de papel que se desgarran

Toda la basura que está oculta a causa de su peso excesivo o toxicidad, o que sorprende a los trabajadores desprevenidos

Contenedores comerciales que deben vaciarse con un sistema improvisado, a menudo inadecuado y peligroso

Figura 101.7 • Camión compactador cerrado de carga trasera.



National Safety Council (US)

La hoja compactadora llega a pocos centímetros del borde de la plataforma. La hoja es capaz de cortar los objetos salientes.

Plan de trabajo

La necesidad de apresurarse, los problemas de tráfico, los vehículos aparcados y las calles atestadas son factores todos que contribuyen a crear situaciones peligrosas.

En un intento de reducir su carga de trabajo y mantener un ritmo de trabajo alto pero constante, a pesar de estas limitaciones, los trabajadores tratan con frecuencia de ahorrar tiempo y esfuerzo adoptando estrategias de trabajo que pueden ser peligrosas. Las observadas más a menudo son desplazar a patadas las bolsas o cajas de cartón hacia el camión, cruzar en zigzag la calle para recoger sus dos lados, asir las bolsas mientras el camión está en movimiento, llevar bolsas debajo del brazo o pegadas al cuerpo, utilizar el muslo para ayudar a cargar las bolsas o cubos de basura, recoger a mano la basura esparcida por el suelo y la compactación manual (empujar la basura que rebosa de la tolva con las manos cuando el sistema de compactación es incapaz de procesar la carga con rapidez suficiente). Por ejemplo, en la recogida en zonas residenciales con un camión de carga trasera, se observaron casi 1.500 situaciones por hora que podrían originar accidentes o aumentar la carga de trabajo, clasificadas como sigue:

- 53 subidas y bajadas de la plataforma trasera del camión;
- 38 carreras cortas;
- 482 movimientos de flexión;
- 203 sacudidas;
- 159 movimientos de torsión;
- 277 acciones potencialmente peligrosas (incluidas 255 estrategias encaminadas a reducir la carga de trabajo ahorrando tiempo o esfuerzo);
- 285 ejemplos de aumento de la carga de trabajo,
- 274 objetos o recipientes peligrosos o pesados.

La recogida con camiones de carga lateral (ver Figura 101.6) o cubos domésticos pequeños disminuye el manejo de objetos pesados y peligrosos y la frecuencia de las situaciones que pudieran derivar en accidentes o en un incremento de la carga de trabajo.

Uso de las vías públicas

La calle es el lugar de trabajo de los recogedores de basura, lo que les expone a riesgos como el tráfico de vehículos, el acceso

bloqueado a los recipientes de basura de los residentes, la acumulación de agua, nieve y hielo, y los perros de la vecindad.

Vehículos

Los camiones de carga trasera (Figura 101.7) tienen a menudo escalones demasiados altos o poco profundos y plataformas traseras a las que es difícil subir y cuyo descenso se asemeja peligrosamente a un salto. Las barandillas demasiado altas o demasiado próximas a la carrocería del camión sólo sirven para agravar la situación. Estas condiciones aumentan la frecuencia de caídas y de choques con estructuras adyacentes a la plataforma trasera. Además, el borde superior de la tolva es muy alto, por lo que los trabajadores más bajos tienen que gastar energía adicional elevando los objetos desde el suelo hasta ella. En algunos casos, los trabajadores utilizan las piernas o los muslos como apoyo o fuente de potencia añadida cuando cargan la tolva.

Las características de los camiones de carga lateral y de las operaciones relacionadas con su carga, originan movimientos repetitivos específicos que probablemente causen problemas musculares y articulares en el hombro y la parte superior de la espalda. Los conductores-recogedores de camiones de carga lateral tienen otra limitación más, ya que se enfrentan tanto a la tensión física de la recogida como a la mental de la conducción.

Equipo de protección individual

Aunque el valor teórico de los EPI es incuestionable, es posible que resulte insuficiente en la práctica. En concreto, el equipo puede ser inadecuado para las condiciones en las que se realiza la recogida. Las botas, en especial, son incompatibles con la estrecha altura útil de las plataformas traseras y los elevados ritmos de trabajo exigidos por la forma en que se organiza la recogida. Los guantes fuertes resistentes a los pinchazos pero flexibles son valiosos como protección frente a las lesiones de las manos.

Organización

Algunos aspectos de la organización del trabajo aumentan la carga de trabajo y, en consecuencia, los riesgos. Al igual que ocurre en la mayoría de las situaciones en que se cobra por una tarea concreta, las principales ventajas para los trabajadores de este sistema es la capacidad de gestionar su tiempo de trabajo y ahorrar tiempo adoptando un ritmo rápido cuando lo consideren adecuado. Ello explica por qué han fracasado los intentos, basados en consideraciones de seguridad, de frenar el ritmo de trabajo. Algunos planes de trabajo superan las capacidades de los trabajadores.

La influencia de un sinnúmero de variaciones del comportamiento de los residentes en la creación de riesgos añadidos merece un estudio aparte. Residuos prohibidos o peligrosos ocultos hábilmente en la basura normal, recipientes no normalizados, objetos excesivamente grandes o pesados, desacuerdos sobre las horas de recogida e incumplimiento de las normas son aspectos que aumentan el número de riesgos, así como la posibilidad de que surjan conflictos entre residentes y recogedores de basuras, por lo que el papel de estos últimos suele quedar reducido al de "policías de la basura", educadores y mediadores en los conflictos entre municipios, empresas y residentes.

La recogida de materiales para reciclado no está exenta de problemas a pesar de la baja densidad y el ritmo de recogida de los residuos, bastante inferiores a los de la recogida tradicional (salvo por la recogida de hojas para fabricación de "compost"). La frecuencia por horas de situaciones que podrían originar accidentes es a menudo alta. Hay que tener presente el hecho de que se trata de un tipo de trabajo nuevo para el que existen pocos trabajadores preparados.

Tabla 101.3 • Accidentes de trabajo más comunes en la recogida de basuras domésticas, Quebec, Canadá.

Lesión	Causa	Porcentaje de accidentes estudiados
Dolor de espalda u hombro	Movimientos de sacudida o torsión durante la recogida de bolsas	19
Lesiones de espalda	Esfuerzos excesivos al levantar objetos	18
Esguinces de tobillo	Caídas o resbalones al bajar del camión o rodearlo	18
Aplastamiento de manos, dedos, brazos o rodillas	Golpes de contenedores u objetos pesados, quedar atrapado entre el vehículo y los contenedores o colisiones con parte del vehículo o automóviles aparcados	18
Cortes de manos y muslos de profundidad variable	Vidrio, clavos o jeringas, aparecen durante la carga de la tolva	15
Rozaduras y hematomas	Contacto o colisiones	5
Irritación de ojos o aparato respiratorio	Polvo o salpicaduras de líquidos sufridas durante el trabajo cerca de la tolva durante el compactado	5
Otros		2

En varios casos, los trabajadores se ven obligados a realizar actividades tan peligrosas como subir a la caja de compactación para entrar en los compartimientos y mover pilas de papel y cartón con los pies. También se han observado varias estrategias de trabajo encaminadas a acelerar el ritmo de trabajo, como la reclasificación del material que va a reciclarse y la retirada de objetos de la caja de reciclaje para llevarlos al camión, en lugar de llevar la caja al camión. La frecuencia de los incidentes y las alteraciones de la actividad normal en este tipo de recogida es especialmente alta. Estos incidentes se deben a que los trabajadores realizan actividades específicas que son peligrosas en sí mismas.

Accidentes de trabajo y prevención

La recogida de basuras domésticas es un oficio peligroso, y las estadísticas respaldan esta impresión. La tasa media anual de accidentes de trabajo en este sector, para todos los tipos de empresa, es de casi 80 accidentes por cada 2.000 horas de recogida. Ello equivale a que 8 de cada 10 trabajadores sufran al menos una lesión al año. Se producen cuatro accidentes por cada 1.000 camiones de 10 toneladas cargados. Por término medio, cada accidente origina 10 días de trabajo perdidos y una compensación de 820 dólares (canadienses). Los índices de frecuencia y gravedad de las lesiones varían según las empresas, observándose índices más altos en las empresas municipales (74 accidentes/100 trabajadores, frente a 57/100 trabajadores en las privadas) (Bourdouxhe, Cloutier y Guertin 1992). Los accidentes más comunes se enumeran en la Tabla 101.3.

Los recogedores sufren de modo característico laceraciones de manos y muslos, mientras que los conductores padecen esguinces de tobillo a consecuencia de caídas al bajar de la cabina y los conductores-recogedores de camiones de carga lateral sufren dolor de hombros y de la parte superior de la espalda a causa de los movimientos de sacudida. La naturaleza de los accidentes depende también del tipo de camión, aunque

puede considerarse asimismo reflejo de los oficios específicos asociados con los camiones de carga trasera y lateral. Estas diferencias están relacionadas con el diseño del equipo, el tipo de movimientos necesarios y la naturaleza y la densidad de la basura recogida en los sectores en los que se utilizan estos dos tipos de camiones.

Prevención

A continuación aparece una lista de diez aspectos en los que la introducción de mejoras podría aumentar la seguridad de la recogida de basuras domésticas:

1. gestión de la seguridad y la salud (p. ej., desarrollo de programas de prevención de accidentes basados en un conocimiento de los riesgos profesionales mejor adaptado a las tareas reales por parte de los trabajadores);
2. formación y contratación;
3. organización del trabajo, de la recogida y de la carga de trabajo;
4. vehículos;
5. formación y condiciones de trabajo de los trabajadores auxiliares, ocasionales y temporales;
6. contratos de recogida;
7. gestión pública;
8. colaboración entre las asociaciones de empresas (municipales y privadas), los trabajadores y los organismos decisorios municipales o regionales;
9. estabilidad de la mano de obra,
10. investigación sobre el equipo de protección personal, el diseño ergonómico de los camiones, la subcontratación de trabajadores y la seguridad.

Conclusión

La recogida de basuras domésticas es una actividad importante, pero peligrosa. La protección de los trabajadores se hace más difícil cuando se contrata este servicio con empresas del sector privado que, como ocurre en la provincia canadiense de Quebec, pueden subcontratar a su vez el trabajo a numerosos subcontratistas de menor tamaño. Para conseguir mantener la salud y la seguridad de los trabajadores, es preciso afrontar y controlar una gran cantidad de riesgos ergonómicos y de accidentes, agravados por las cuotas de trabajo, la climatología adversa y los problemas varios y de tráfico locales.

LIMPIEZA VIARIA

J.C. Gunther, Jr.*

La prevención de las enfermedades transmitidas por la suciedad, la evitación de daños a los vehículos por objetos peligrosos y la satisfacción de contemplar una ciudad limpia y atractiva son ventajas derivadas de la limpieza de las calles. Los rebaños de animales o los vehículos de tracción animal, que causaban antaño condiciones poco higiénicas, han dejado de ser un problema, por lo general; sin embargo, el aumento de la población mundial, con la elevación consiguiente de los residuos generados, el aumento del número y el tamaño de las fábricas, el crecimiento del número de vehículos y periódicos y la introducción de recipientes y productos desechables han aumentado la cantidad de residuos en las calles y el problema de la limpieza viaria.

*Adaptado de la 3ª edición, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.

Organización y procesos

Las autoridades municipales, conscientes de la amenaza que supone para la salud la suciedad de las calles, han intentado reducir el peligro al mínimo mediante la organización de servicios de limpieza viaria en los departamentos de obras públicas. En estos servicios, un inspector responsable de organizar la frecuencia de limpieza de diversos distritos tendrá a su cargo capataces responsables de operaciones de limpieza específicas.

Normalmente, los distritos comerciales se barrerán a diario, mientras que las vías de mayor tráfico y las zonas residenciales se barrerán una vez por semana. La frecuencia dependerá también de si llueve o nieva, de la topografía y de la educación cívica para la prevención de la basura esparcida.

El inspector también decidirá acerca de los medios más efectivos para mantener las calles limpias, que pueden ser el barrido a mano por una persona o grupo, el lavado con manguera o el barrido o lavado mecánicos. Normalmente se utiliza una combinación de métodos basados en la disponibilidad de equipo, el tipo de suciedad que suele encontrarse en la zona y otros factores. En regiones en las que nieva en abundancia, puede utilizarse en ocasiones un equipo quitanieves especial.

El barrido a mano suele efectuarse en horario diurno y limitarse a los bordillos de las aceras o a la limpieza de zonas adyacentes. El equipo utilizado consta de escobas, rascadores y palas. Los barrenderos que trabajan individualmente suelen recorrer rutas especiales y limpiar unos 9 km de bordillo por jornada de trabajo en condiciones favorables, pero esta cifra puede ser inferior en zonas comerciales congestionadas.

La basura recogida por el barrendero se echa en un carrito que él mismo empuja, y que vacía en recipientes colocados a intervalos a lo largo de su ruta; estos recipientes se vacían periódicamente en camiones de basura. Cuando se barre en grupo, la basura se acumula en pilas a lo largo de los bordillos y se carga directamente en camiones. Por lo común, en un grupo de 8 barrenderos hay 2 cargadores. El barrido en grupo es particularmente eficaz cuando se trata de grandes labores de limpieza, como las requeridas después de tormentas, desfiles u otros acontecimientos especiales.

El barrido a mano tiene las ventajas de que se adapta fácilmente a las distintas clases de basura, puede utilizarse en zonas inaccesibles para las máquinas, es posible realizarlo incluso cuando existe mucho tráfico sin obstaculizar apenas el movimiento de los vehículos y puede llevarse a cabo en tiempo de heladas y en pavimentos cuyas condiciones de superficie no permiten la limpieza mecánica. Sus inconvenientes son: el trabajo en medio del tráfico es peligroso; se levanta polvo; la basura acumulada junto a los bordillos puede ser dispersada por el viento o el tráfico si no se recoge pronto, y puede ser muy costoso en zonas de mano de obra cara.

El lavado con manguera no se considera hoy en día una operación económica. Sin embargo, es eficaz cuando hay gran cantidad de basura o barro adherido a la superficie de calzadas en las que hay gran cantidad de coches aparcados o en zonas de mercados. Suelen realizarlo por la noche equipos de dos hombres, uno de los cuales maneja la manguera y dirige el chorro, en tanto que el otro conecta la manguera a la boca de riego. El equipo material comprende la manguera, la boquilla y una llave para la boca de riego.

Las máquinas barredoras constan de un chasis motorizado equipado con cepillos, transportadores, rociadores y depósito. Suelen utilizarse a últimas horas de la noche o primeras de la mañana en los distritos comerciales, y durante el día en las zonas residenciales. La acción limpiadora se limita a los bordillos y zonas adyacentes, que es donde más desperdicios se acumulan.

La máquina la maneja un hombre, y suele limpiar unos 36 km de bordillo durante una jornada de trabajo de 8 horas. Son

factores que influyen en el rendimiento: el número de veces y la distancia que hay que recorrer para vaciar la basura o cargar agua, la densidad del tráfico y la cantidad de basura recogida.

Las ventajas de las barredoras mecánicas son que limpian bien, con rapidez y sin levantar polvo durante el trabajo; que recogen la basura al tiempo que barren; que pueden utilizarse durante la noche, y que son relativamente económicas. Sus desventajas son que no pueden limpiar debajo de los coches aparcados ni en zonas sin pavimentar; que no son eficaces en calles sin empedrar, mojadas o fangosas; que el rociador de agua no puede utilizarse en tiempo de heladas y el barrido en seco levanta polvo, y que requieren operarios especializados y personal para la conservación.

Las máquinas de lavado son en realidad depósitos de agua montados sobre un chasis motorizado provisto de una bomba y una boquilla para dar presión y dirigir el chorro de agua contra la superficie de la calzada. La máquina limpia unos 36 km de calzada de 7 m de anchura en una jornada de 8 horas.

Las ventajas de la máquina lavadora son que puede utilizarse a pleno rendimiento sobre pavimentos mojados o fangosos, limpia con rapidez, bien y bajo los vehículos aparcados sin levantar polvo y puede emplearse de noche o en horas de poco tráfico. Los inconvenientes son que precisa una limpieza adicional para obtener un resultado eficaz en los lugares en que las condiciones de la calle, de la basura o del alcantarillado no son favorables; que molesta a los peatones o a los conductores de otros vehículos, a los que salpica; que no puede utilizarse en tiempo de heladas y que exige operarios especializados y personal de conservación.

Riesgos y su prevención

La limpieza viaria es una ocupación peligrosa, debido a que se realiza en medio del tráfico y está relacionada con basura y desperdicios, con la consiguiente posibilidad de infección, cortes por cristales, latas, etc. En las zonas muy pobladas, los barrenderos manuales están expuestos a grandes cantidades de monóxido de carbono y a un alto nivel de ruido.

La protección contra los riesgos del tráfico consiste en entrenar a los barrenderos en diversos modos de evitar el peligro, como realizar el trabajo de frente al sentido del tráfico, dotarlos de uniformes claramente visibles y colocar banderines rojos u otras señales en sus carritos. Las máquinas barredoras y lavadoras se hacen más visibles mediante la colocación de luces intermitentes y banderines, y pintándolas de manera distintiva.

Los barrenderos municipales, y sobre todo los manuales, están expuestos a las inclemencias del tiempo, y en ocasiones pueden tener que trabajar en condiciones muy adversas. Enfermedades, infecciones y accidentes pueden prevenirse en parte mediante el uso de equipo de protección personal, monos, guantes, botas y, en parte, con la formación adecuada. Un equipo mecanizado como el que exige la retirada de la nieve sólo debe ser manejado por personal especializado.

Es conveniente la instalación de un lugar central fácilmente accesible en el que se disponga de instalaciones para el lavado (incluidas duchas cuando sea posible), un vestuario debidamente preparado para cambiarse de ropa y secarla, un comedor y un botiquín de primeros auxilios. Es deseable un reconocimiento médico periódico.

Problemas ambientales de la retirada de la nieve

La retirada y eliminación de la nieve plantea varios problemas ambientales preocupantes relacionados con el posible vertido de residuos, sales, aceites, metales y partículas en las aguas superficiales locales. La concentración de partículas, como el plomo, originadas por emisiones a la atmósfera de zonas industriales y automóviles supone un peligro especial. El peligro de que el agua

resultante del fundido de la nieve llegue a los organismos acuáticos y de que se produzca contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, se ha contrarrestado mediante la adopción de prácticas de manipulación seguras que protegen las zonas sensibles de la exposición. En varias provincias canadienses (p. ej., Quebec, Ontario, Manitoba) se han adoptado directrices especiales para la eliminación de la nieve.

● TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

*M. Agamennone**

Las aguas residuales se tratan para eliminar los elementos contaminantes y para respetar los límites impuestos por la legislación. Para ello, se intenta conseguir que los contaminantes del agua se conviertan en sólidos insolubles (lodos), en líquidos (aceites o gasolinas) o en gases (nitrógeno) mediante la aplicación de tratamientos apropiados. A continuación, se utilizan técnicas bien conocidas para separar el agua residual, depurada de los contaminantes que se han convertido en insolubles y devolverla a los cauces naturales. Los gases se dispersan en la atmósfera, mientras que los residuos líquidos y sólidos (lodos, aceites, grasas) suelen ser separados antes de someterlos a un nuevo tratamiento. Según las características del agua residual y el grado de depuración necesario, puede haber uno o varios tratamientos. En la depuración de las aguas residuales pueden distinguirse los procesos físicos (primarios), biológicos (secundarios) y terciarios.

Procesos físicos

Los distintos procesos de tratamiento físico van encaminados a eliminar los contaminantes insolubles.

Cribado

Se hacen pasar las aguas residuales por tamices que retienen los sólidos más gruesos que pueden bloquear o dañar los equipos de depuración (como válvulas y bombas). El producto del tamizado se trata según las condiciones locales.

Eliminación de arenas

La arena contenida en los vertidos tiene que eliminarse, ya que debido a su mayor densidad tiende a sedimentarse en el interior de las tuberías, por lo que puede dañar los equipos por abrasión (centrifugadoras, turbinas, etc.). Por lo general, la arena se elimina haciendo pasar las aguas residuales por un conducto de sección transversal constante a una velocidad de 15 a 30 cm/segundo. La arena se sedimenta en el fondo del canal, y puede utilizarse, después de un lavado para eliminar las sustancias putrescibles que contenga, como material inerte para la construcción, por ejemplo.

Eliminación de aceites y gasolinas

Es obligado eliminar los aceites y las grasas no emulsionables porque se adherirían a los equipos de depuración (como sedimentadores y clarificadores) y dificultarían los procesos biológicos posteriores. Las partículas de grasas y aceites ascienden a la superficie cuando se hacen pasar las aguas residuales a una velocidad adecuada por depósitos de sección rectangular. Son retiradas mecánicamente, pasando un rasero, y pueden utilizarse como combustible. Para la eliminación de gasolinas y lubricantes se utilizan con frecuencia separadores multiplaca compactos de alta eficacia. Se vierten desde arriba las aguas residuales para

hacerlas pasar por pilas de placas inclinadas planas; las sustancias oleaginosas se adhieren a las superficies inferiores de estas placas y se desplazan a la parte superior, donde se recogen. Una vez realizadas ambas tareas, las aguas desgrasadas son evacuadas por la parte de abajo.

Sedimentación, flotación y coagulación

Son procesos por los que se eliminan las partículas sólidas de las aguas residuales, las de más peso (de más de 0,4 μm de diámetro) por sedimentación, y las ligeras (de menos de 0,4 μm) por flotación. Este tratamiento se basa también en las diferentes densidades de los sólidos y en el flujo de las aguas que se hacen pasar a través de los tanques de sedimentación y de flotación, construidos a base de hormigón o de acero. Las partículas que se quieren separar se recogen en el fondo o en la superficie, sedimentándose o ascendiendo a velocidades que son proporcionales al cuadrado del radio de las partículas y a la diferencia de densidad entre dichas partículas y la densidad aparente del agua residual que las contiene. Las partículas coloidales (como proteínas, látex y emulsiones oleaginosas) de tamaños comprendidos entre 0,4 y 0,001 μm no se separan, ya que estos coloides se hidratan y normalmente adquieren una carga eléctrica negativa mediante la adsorción de iones. En consecuencia, las partículas se repelen entre sí y no pueden coagularse ni separarse. Sin embargo, si se “desestabilizan”, estas partículas pueden coagularse formando copos de más de 4 μm , que ya pueden separarse como lodos en los tanques convencionales de sedimentación o flotación. La “desestabilización” se consigue por coagulación añadiendo, por ejemplo, entre 30 y 60 mg/l de algún coagulante inorgánico [sulfato de aluminio, sulfato de hierro (II) o cloruro férrico (III)]. Los coagulantes producen la hidrólisis bajo ciertas condiciones de pH (acidez), formándose iones metálicos de carga positiva polivalente que neutralizan la carga negativa de los coloides. La floculación (la aglomeración de las partículas coaguladas en copos) se facilita añadiendo entre 1 y 3 mg/l de polielectrolitos orgánicos (agentes floculantes), con lo que se obtienen copos de 0,3 a 1 μm de diámetro que son mucho más fáciles de separar. Suelen utilizarse tanques de sedimentación de flujo horizontal, de sección rectangular y de fondo plano o inclinado. Las aguas residuales entran en el tanque por una de las cabeceras, y el agua depurada sale por el borde del lado opuesto. También se utilizan tanques de sedimentación de flujo vertical, que son cilíndricos y cuyo fondo tiene forma de cono invertido. Las aguas residuales entran en el depósito por el centro, y el agua depurada sale por una hendidura del borde superior, donde es recogida y transportada por un canal circular. En los dos tipos de tanque, los lodos se depositan en el fondo y se llevan a un colector, si es necesario mediante un mecanismo de rastrillo. La concentración de sólidos en los lodos es del 2 al 10 %, mientras que la del agua depurada es de 20 a 80 mg/l.

Los tanques de flotación son normalmente cilíndricos y tienen instalados difusores de pequeñas burbujas de aire en el fondo, entrando los vertidos en el tanque por el centro. Las partículas se adhieren a las burbujas, ascienden a la superficie y allí son desespumadas, mientras que el agua depurada se evacua por la parte de abajo. En los “tanques de flotación de aire disuelto”, más eficientes, las aguas residuales son saturadas con aire inyectado a una presión de 2 a 5 bar, tras lo que se le permite expandirse hacia el centro del tanque, donde las diminutas burbujas resultantes de la descompresión arrastran a las partículas hacia la superficie.

En comparación con la sedimentación, los procesos de flotación consiguen lodos más espesos con una velocidad de separación de partículas más rápida, por lo que el equipo necesario es más pequeño. Como contrapartida, los costes operativos son

*Adaptado de la 3ª edición, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.

mayores y la concentración de sólidos en el agua depurada es más alta.

Para conseguir la coagulación y la floculación de un sistema coloidal se necesitan varios tanques conectados en serie. En el primero, que está equipado con un agitador, se añade un coagulante inorgánico y, si es necesario, un ácido o un álcali para corregir el pH de las aguas que se quieren tratar. La suspensión se pasa a continuación a un segundo tanque, equipado con un agitador de alta velocidad. Se añade aquí el polielectrolito, que se disuelve en pocos minutos. Los copos se forman en el tercer tanque, que cuenta con un agitador lento, y son evacuados al cabo de 10 a 15 minutos.

Procesos biológicos

Los procesos de tratamiento biológicos eliminan los contaminantes biodegradables orgánicos por medio de microorganismos. Estos organismos digieren los contaminantes en un proceso aeróbico o anaeróbico (con o sin la presencia de oxígeno atmosférico) y los convierten en agua, gases (dióxido de carbono y metano) y una masa microbiana sólida e insoluble que puede separarse con cierta facilidad. En el caso de los vertidos industriales resulta especialmente importante conseguir las condiciones adecuadas para que se desarrollen los microorganismos: presencia de compuestos de nitrógeno y fósforo, trazas de microelementos, ausencia de sustancias tóxicas (metales pesados, etc.), temperatura y valor de pH óptimos. Los tratamientos biológicos incluyen tanto los procesos aeróbicos como los anaeróbicos.

Procesos aeróbicos

Son más o menos complejos según el espacio disponible, el grado de purificación exigido y la composición de los vertidos que deban tratarse.

Estanques de estabilización

Son generalmente rectangulares y de 3 a 4 m de profundidad. Los vertidos entran por una parte, permanecen allí entre 10 y 60 días y abandonan el estanque, una parte por el lado opuesto, otra por evaporación y otra parte infiltrándose en el suelo. El grado de purificación conseguido se sitúa entre el 10 y el 90 % según el tipo de vertidos y el contenido de demanda biológica de oxígeno residual a los 5 días (DOB_5) es de <40 mg/l. El oxígeno lo suministra la atmósfera por difusión a través de la superficie del agua y por medio de la actividad de las algas fotosintéticas. Los sólidos en suspensión de las aguas residuales y los que proceden de la actividad microbiana se sedimentan en el fondo, donde son estabilizados por los procesos aeróbicos y anaeróbicos, dependiendo de la profundidad de los estanques, que afecta tanto a la difusión del oxígeno como a la de la luz solar. La difusión del oxígeno se suele acelerar con aireadores superficiales, que permiten reducir el volumen de los estanques.

Este tipo de tratamiento resulta muy económico si se dispone de espacio suficiente, pero exige suelos arcillosos para evitar la contaminación de las aguas subterráneas por los efluentes tóxicos.

Activación de los lodos

Se utiliza en tratamientos acelerados realizados en tanques de hormigón o de acero de entre 3 y 5 metros de profundidad, en los que las aguas residuales entran en contacto con una suspensión de microorganismos (2-10 g/l) que se oxigenan por la acción de aireadores de superficie o por la inyección de burbujas de aire. Al cabo de 3 a 24 horas, la mezcla de agua tratada y microorganismos se traslada a un tanque de sedimentación, donde los lodos originados por la acción de los microorganismos se separan del agua. Parte de los microorganismos se devuelve al tanque aireado, y otra parte se evacua.

Hay diversos tipos de procesos de activación de lodos (sistemas de contacto-estabilización, utilización de oxígeno puro, etc.) que ofrecen una eficiencia de purificación superior al 95 % incluso para vertidos industriales, aunque exigen controles precisos y un alto consumo de energía para el suministro de oxígeno.

Filtros de percolación

Con esta técnica, los microorganismos no se administran en suspensión a las aguas residuales, sino que están adheridos a un material de relleno sobre el cual se rocían los vertidos. El aire circula a través de este material y suministra el oxígeno necesario sin consumo alguno de energía. Según el tipo de aguas residuales, y para aumentar la eficiencia, se hace circular de nuevo parte del agua tratada a la parte superior del lecho filtrante.

Cuando existe terreno disponible, se utilizan materiales de relleno de bajo coste y del tamaño apropiado (gravilla, escorias, piedrecillas, etc.), y debido al peso del lecho, el filtro de percolación suele construirse en forma de un tanque de hormigón de 1 metro de altura, por lo general hundido en el suelo. Si no hay suficiente terreno, pueden utilizarse materiales de relleno más ligeros, aunque más costosos, como paneles de plástico de alto rendimiento, con una gran superficie específica (hasta 250 m²/m³ de material) que se apilan en torres de percolación de hasta 10 metros de altura.

Las aguas residuales se distribuyen por la parte superior del lecho filtrante por medio de un mecanismo de dispersión fijo o móvil, y se recogen en el fondo para su recirculación eventual a la parte superior y su paso a un tanque de sedimentación donde se depositan los lodos. Unas aperturas en el fondo de los filtros de percolación permiten la circulación del aire por todo el lecho filtrante. Con este proceso se ha alcanzado un rendimiento en la eliminación de contaminantes de entre el 30 y el 90 %, habiéndose instalado en muchos casos varios filtros conectados en serie. Esta técnica, que exige poco consumo de energía y es fácil de operar, se ha extendido ampliamente, y es especialmente recomendable para los casos en que existe abundancia de terreno, como ocurre en los países en desarrollo.

Biodiscos

Una serie de discos planos de plástico, montados paralelamente en un eje horizontal rotatorio, se sumergen parcialmente en las aguas residuales contenidas en un tanque. Debido a la rotación, la capa biológica que cubre los discos entra en contacto con los vertidos y con el oxígeno atmosférico. Los lodos biológicos desprendidos de los discos permanecen en suspensión en las aguas tratadas, actuando el sistema como activador de lodos y como tanque de sedimentación al mismo tiempo. Los biodiscos son aconsejables para el tratamiento de vertidos de comunidades e industrias de tamaño pequeño y medio, ocupan poco espacio, son fáciles de manejar, consumen poca energía y alcanzan rendimientos de depuración de hasta el 90 %.

Procesos anaeróbicos

Se realizan mediante dos tipos de microorganismos: las *bacterias hidrolíticas*, que descomponen las sustancias complejas (polisacáridos, proteínas, lípidos, etc.) en ácido acético, hidrógeno, dióxido de carbono y agua, y las *bacterias metanógenas*, que convierten estas sustancias en biomasa (que puede eliminarse por sedimentación) y en biogás, que contiene de un 65 a un 70 % de metano, siendo el resto dióxido de carbono. El biogás tiene un alto valor calorífico.

Estos dos grupos de microorganismos, que son muy sensibles a las sustancias tóxicas, actúan simultáneamente en ausencia de aire y con un valor de pH casi neutro, exigiendo algunos de ellos una temperatura de entre 20 y 38°C (bacterias mesófilas) y otros,

más delicados, de 60 a 65 °C (bacterias termófilas). El proceso se lleva a cabo en *digestores* cerrados de acero o fabricados con hormigones especiales en cuyo interior se mantiene la temperatura adecuada por medio de termostatos. Es característico el *proceso de contacto*, en el que tras el digestor viene un tanque de sedimentación para separar los lodos, que son recirculados en parte al digestor, del agua tratada.

Los procesos anaeróbicos no necesitan oxígeno ni tampoco consumen energía para suministrar este oxígeno, y de ellos se obtiene biogás, que puede utilizarse como combustible y permite reducir los costes de funcionamiento. En contrapartida, son menos eficientes que los procesos aeróbicos (DOB₅ residual: 100 a 1.500 mg/l), son más lentos y más difíciles de controlar, aunque sirven para destruir los microorganismos fecales y patógenos. Se utilizan para tratar residuos muy contaminados, como lodos de sedimentación de alcantarillas, exceso de lodos como resultado de tratamientos de activación de lodos o con filtros de percolación y vertidos industriales con una DOB₅ de hasta 30.000 mg/l (p. ej., de destilerías, fábricas de cerveza, refinerías de azúcar, mataderos y papeleras).

Procesos terciarios

Los procesos terciarios, más complejos y costosos, se basan en reacciones químicas o en técnicas físicas o fisicoquímicas específicas para eliminar los contaminantes no biodegradables hidrosolubles tanto orgánicos (tintes, fenoles, etc.) como inorgánicos (cobre, mercurio, níquel, fosfatos, fluoruros, nitratos y cianuros), sobre todo los procedentes de los vertidos industriales, ya que muchas veces no pueden ser eliminados por otros medios. Los tratamientos terciarios también se utilizan cuando se desea que el agua tratada tenga un alto grado de pureza, de forma que pueda utilizarse como agua potable o en procesos industriales (máquinas de vapor, sistemas de refrigeración o procesos que precisen agua para aplicaciones especiales). Los procesos terciarios más importantes se detallan a continuación.

Precipitación

Se realiza en reactores fabricados con materiales apropiados equipados con agitadores en los que se añaden reactivos químicos a temperatura y pH controlados para conseguir convertir en insolubles los elementos contaminantes. El precipitado obtenido en forma de lodo se separa por medio de técnicas convencionales para el tratamiento de aguas. En los vertidos de las industrias de fertilizantes, por ejemplo, los fosfatos y los fluoruros se convierten en insolubles haciéndoles reaccionar con cal a temperatura ambiente y en un medio con pH alcalino. El cromo (industria de curtidos), el níquel y el cobre (talleres de galvanizado) se precipitan como hidróxidos a pH alcalino, después de haber sido reducidos con *m*-disulfito a un pH igual o inferior a 3.

Oxidación química

El contaminante orgánico se oxida en reactores similares a los utilizados para la precipitación. La reacción continúa, por lo general, hasta que se obtienen agua y dióxido de carbono como productos finales. Los cianuros, por ejemplo, son destruidos a la temperatura ambiente añadiendo hipoclorito sódico e hipoclorito cálcico al pH alcalino, mientras que los colorantes azoicos y la antraquinona se descomponen mediante peróxido de hidrógeno y sulfato ferroso a pH 4,5. Los vertidos colorantes procedentes de la industria química contienen entre un 5 y un 10 % de sustancias orgánicas no biodegradables, que pueden ser oxidadas a temperaturas de 200 a 300 °C a alta presión en reactores fabricados con materiales especiales mediante el insuflado de aire y oxígeno en el líquido (oxidación húmeda); en ocasiones se utilizan catalizadores. Los gérmenes patógenos que puedan permanecer en las aguas residuales después de su tratamiento son oxidados por

cloración u ozonización para convertir las aguas en aptas para el consumo humano.

Absorción

Algunos contaminantes (p. ej., fenoles procedentes de los vertidos de las plantas de coque, colorantes en el agua con fines industriales o para el consumo potable y tensoactivos) son eliminados eficazmente por absorción mediante polvo o gránulos de carbón activo, que son muy porosos y tienen una gran superficie específica (hasta 1.000 m²/g o más). El polvo del carbón activo se añade en cantidades debidamente medidas al agua residual contenida en tanques con agitadores, y entre 30 y 60 minutos más tarde el polvo añadido se retira una vez sedimentado. El carbón activo en gránulos se utiliza en torres instaladas en serie, por las que se hacen pasar las aguas residuales. El carbón consumido es regenerado en estas torres, es decir, los contaminantes absorbidos son eliminados mediante tratamiento químico (los fenoles son arrastrados con sosa) o por oxidación térmica (caso de los colorantes).

Intercambio iónico

Ciertas sustancias naturales (como las zeolitas) o compuestos artificiales (resinas, permutita) cambian, de forma reversible y estequiométrica, los iones vinculados a ellos por los contenidos en las aguas residuales, aunque se encuentren sumamente diluidos. El cobre, el cromo, el níquel, los nitratos y el amoníaco, por ejemplo, son eliminados haciendo circular las aguas residuales a través de columnas recubiertas de resina. Cuando las resinas se han agotado, se recuperan lavándolas con soluciones regeneradoras. Los metales se recuperan en forma de solución concentrada. Este tratamiento, aunque costoso, resulta eficaz y aconsejable para los casos en que se requiere un alto grado de pureza (p. ej., para aguas residuales contaminadas por metales tóxicos).

Osmosis inversa

En casos especiales es posible conseguir aguas de gran pureza, apropiadas para bebida, haciendo pasar vertidos diluidos a través de membranas semipermeables. En el lado de la membrana en que se encuentran los vertidos, los contaminantes (cloruros, sulfatos, fosfatos, tintes, ciertos metales) quedan depositados en forma de soluciones concentradas que tienen que ser eliminados o tratados para su recuperación. Los vertidos diluidos son sometidos a presiones de hasta 50 bar en plantas especiales que contienen membranas sintéticas, hechas de acetato de celulosa u otros polímeros. El coste de funcionamiento de este proceso es bajo, y pueden conseguirse rendimientos de separación superiores al 95 %.

Tratamiento de los lodos

El tratamiento de las aguas residuales para hacer insolubles los contaminantes da lugar a la producción de cantidades considerables de lodos (del 20 al 30 % de la demanda química de oxígeno (DQO) eliminada, que está intensamente diluida (90-99 % de agua). La evacuación de estos lodos de forma que no se deteriore el medio ambiente presupone el uso de tratamientos con un coste de hasta el 50 % de los requeridos para la purificación de las aguas residuales. Los tipos de tratamiento dependen del destino de los lodos, determinado a su vez por sus características y por la situación local. Los lodos pueden destinarse a:

- La fertilización o el vertido en el mar, si están fundamentalmente exentos de sustancias tóxicas y contienen compuestos nitrogenados y fosforados (lodos procedentes de tratamientos biológicos). Para su traslado pueden utilizarse cintas transportadoras fijas, camiones o barcazas.

- Enterramiento sanitario en fosas, alternando capas de basura y de tierra. Si las basuras contienen sustancias tóxicas, las fosas tienen que impermeabilizarse, pues de lo contrario aquellas pueden ser arrastradas por las precipitaciones atmosféricas al interior del suelo. Las fosas deben situarse lejos de manantiales y de la capa freática. Las basuras orgánicas no estabilizadas se mezclan normalmente con un 10 a un 15 % de cal para retrasar la putrefacción.
- Incineración en hornos rotatorios de lecho fluido si las basuras son ricas en sustancias orgánicas y no contienen metales volátiles. Si es necesario, se les añade algún combustible, debiendo purificarse los humos emitidos.

Los lodos son deshidratados antes de su evacuación tanto para reducir su volumen como para abaratar el coste de su tratamiento, y a menudo se estabilizan para evitar su putrefacción y hacer inofensiva cualquier sustancia tóxica que pudieran contener.

Deshidratación

Incluye un espesamiento previo, realizado en tanques concentradores parecidos a los de sedimentación, donde se dejan reposar los lodos entre 12 y 24 horas y se les quita una parte del agua sobrenadante, mientras que los lodos espesados se retiran por la parte inferior. Después, el lodo espesado se deshidrata por centrifugación o por filtración (en condiciones de vacío o de presión) con equipos convencionales, o mediante exposición al aire libre en capas de 30 cm de espesor en tanques de hormigón para la desecación de fangos de unos 50 cm aproximadamente de altura y con un fondo inclinado cubierto con una capa de arena para facilitar el drenaje del agua. Los lodos que contienen sustancias coloidales suelen desestabilizarse previamente por coagulación y floculación, de acuerdo con las técnicas que ya hemos descrito.

Estabilización

La estabilización comprende la digestión y la destoxificación. La absorción es un tratamiento a largo plazo de los lodos durante el cual pierden entre el 30 y el 50 % de su materia orgánica, lo que va acompañado de un aumento de su contenido de sales minerales. Los lodos ya no son putrescibles, todos los patógenos son destruidos y se mejora la filtrabilidad. La absorción puede ser de tipo aeróbico, cuando los lodos son aireados durante 8-15 días a la temperatura ambiente en tanques de hormigón. Este proceso es parecido al tratamiento comentado de la activación de los lodos. Las absorciones de tipo anaeróbico se realizan en plantas similares a las utilizadas para los tratamientos anaeróbicos de las aguas residuales, completándose el proceso en 30-40 días a 35-40°C, y dando lugar a la producción de biogás. La alternativa térmica consiste en tratar los lodos con aire calentado entre 200 y 250 °C, a una presión de más de 100 bar, durante 15 a 30 minutos (combustión húmeda), o tratándolos en ausencia de aire durante 30-45 minutos 180 °C y a la presión autógena.

La destoxificación hace inofensivos los lodos que contienen metales (cromo, níquel, plomo, etc.), que son solidificados tratándolos con silicato de sodio y se convierten autotérmicamente en los silicatos insolubles correspondientes.

● **INDUSTRIA DE RECICLADO MUNICIPAL**

David E. Malter

Visión general

El término reciclado tiene significados diferentes para las distintas personas. Para los consumidores, puede consistir en apartar las

botellas y las latas para su recogida en la acera. Para los fabricantes de materias primas o de productos, significa la inclusión de materiales reciclados en el proceso. Para quienes prestan servicios de reciclado, puede ser sinónimo de prestación de servicios de recogida, clasificación y envío rentables. En cuanto a los chatarreros, supone la búsqueda de materiales reciclables en cubos de basura y residuos para venderlos a establecimientos de reciclado. Por otro lado, para los responsables políticos de todos los niveles de gobierno significa el establecimiento de normas que regulen la recogida, el aprovechamiento y la reducción del volumen de los residuos que deben eliminarse, y la obtención de ingresos por la venta de los materiales reciclados. Para que el reciclado se realice de modo eficaz y seguro, es preciso educar a los diversos grupos para que colaboren y compartan la responsabilidad por su éxito.

La industria del reciclado ha crecido de modo constante desde sus inicios hace un siglo. Hasta los años 70, se mantuvo prácticamente inalterada como actividad voluntaria del sector privado, realizada primordialmente por chatarreros. Al surgir la incineración en los años 70, se hizo conveniente separar determinados materiales antes de echar al horno las basuras. Este concepto se introdujo en consideración a los problemas de emisiones creados por los metales, baterías, plásticos y otros materiales desechados en las basuras urbanas que estaban causando el cierre de numerosas incineradoras antiguas como contaminantes del medio ambiente. La creciente preocupación por los temas ambientales supuso un primer impulso para la separación organizada de las basuras urbanas, de plásticos, aluminio, hojalata, papel y cartón del grueso. En principio, la industria del reciclado no era económicamente viable como negocio autosostenible, pero a mediados de los años 80, la necesidad de materiales y el aumento de sus precios condujeron al desarrollo de numerosas instalaciones de reciclado de materiales (IRM) destinadas a la manipulación de materiales reciclables de todo tipo en Estados Unidos y Europa.

Mano de obra

La amplia variedad de capacidades técnicas y conocimientos prácticos necesarios hace que en las IRM se precisen trabajadores muy diversos. Según se trate de una IRM que ofrezca servicios completos o una sola operación de la línea de clasificación, se emplean, por lo general, los grupos de trabajadores siguientes:

- Los *operadores de equipo pesado* (retroexcavadoras, cucharas prensiles (bivalvas), bulldozers, etc.) trabajan en el suelo basculante, coordinando el movimiento de las basuras desde la zona de estacionamiento del suelo basculante hasta la de clasificación de los materiales.
- Los *clasificadores de materiales*, que suponen el grueso de la plantilla, separan y clasifican los materiales reciclables por producto, por color o siguiendo ambos criterios, lo que puede hacerse totalmente a mano o con ayuda de equipo. A continuación, los materiales clasificados se embalan en fardos o con tablas.
- Los *operadores de horquillas elevadoras* son responsables de trasladar los fardos terminados desde su salida de la embaladora hasta la zona de almacenamiento, y desde allí a los camiones u otros medios de transporte.
- Los *trabajadores de mantenimiento* están adquiriendo una importancia creciente a medida que evoluciona la tecnología y que se hacen cada vez más complicados las máquinas y los equipos.

Procesos e instalaciones

La industria del reciclado ha crecido muy rápidamente, y ha desarrollado numerosos procesos y técnicas diferentes a medida

que avanzaba la tecnología de clasificación de los materiales reciclables. Los tipos más comunes de instalación son las IRM de servicios completos, que sólo admiten materiales reciclables y sistemas sencillos de clasificación y procesado.

IRM de servicios completos

Estas instalaciones reciben los materiales reciclables mezclados con el resto de los residuos sólidos urbanos. De modo característico, el ciudadano deposita los materiales reciclables en bolsas de plástico de colores que se colocan en el recipiente para la basura. Esto permite a la comunidad combinar los materiales reciclables con otros residuos urbanos, lo que elimina la necesidad de disponer de vehículos y contenedores de recogida independientes. Una secuencia de operaciones característica comprende los siguientes pasos:

- Las bolsas que contienen la basura y los materiales reciclables se descargan desde el vehículo de recogida al suelo basculante/de recepción.
- La mezcla de basura y materiales reciclables se desplaza por medio de una cuchara de almeja o retroexcavadora a una cinta transportadora.
- La cinta transportadora lleva el material a la zona de clasificación, en la que una criba cilíndrica (o trómel rotatorio) abre las bolsas y permite el paso de las partículas muy pequeñas de suciedad, arena y gravilla por los orificios a un recipiente de recogida para su eliminación.
- Los materiales restantes se clasifican de modo semiautomático mediante cribas o discos según el peso y el volumen. El vidrio se separa por su mayor peso, los plásticos por su mayor ligereza y los materiales de fibra de papel por su volumen.
- Los trabajadores clasifican a mano los materiales, por lo común desde una posición elevada encima de búnkers en los que pueden almacenarse los materiales. Estos se separan en función del grado de papel, del color del vidrio, de las propiedades físicas del plástico, etc.
- Los materiales de desecho se recogen y retiran mediante cargas en camiones con remolque.
- Los materiales separados se desplazan desde los búnkers por medio de horquillas elevadoras o de un "suelo móvil" (es decir, una cinta transportadora) hasta una máquina empacadora o a un proceso de desmenuzado y empacado.
- El fardo así formado se descarga de la máquina y se traslada a la zona de almacén con una horquilla elevadora.
- Los fardos recogidos se envían por ferrocarril o en camiones con remolque. En lugar de realizar el empacado, algunas IRM cargan los materiales sueltos en vagones de ferrocarril o camiones con remolque.

IRM sólo para materiales reciclables

En este sistema, sólo llegan a la IRM los materiales reciclables; el grueso de las basuras urbanas va a parar a otros lugares. Se trata de un sistema semiautomático avanzado de clasificación y procesado en el que todos los pasos son idénticos a los antes descritos. Debido al menor volumen manejado, el número de trabajadores es más reducido.

Sistema de clasificación/procesado sencillo

Se trata de un sistema de trabajo exhaustivo, en el que la clasificación se realiza de forma manual. Es característico el uso de una cinta transportadora para desplazar el material de un puesto de trabajo al siguiente, a fin de que cada clasificador recoja un tipo de material a medida que la cinta pasa por su puesto. Una

secuencia típica de un sistema de procesado sencillo y barato comprendería los pasos siguientes:

- Los productos reciclables mezclados se reciben en un suelo basculante y se llevan a la cinta transportadora de clasificación principal por medio de una retroexcavadora.
- Las botellas de vidrio se separan manualmente por colores (esmerilado, topacio, verde, etc.).
- Los recipientes de plástico se clasifican por grado y se amontonan para su empacado.
- Las latas de aluminio se retiran a mano y se introducen en una compactadora o empacadora.
- Los materiales restantes se descargan en una pila o contenedor de residuos para su eliminación.

Equipo y maquinaria

La maquinaria y equipos utilizados en una IRM están determinados por el tipo de proceso y los volúmenes de materiales manejados. En una IRM semiautomática típica, se incluirían:

- abridores de bolsas;
- separadores magnéticos;
- cribas (discos, agitadores o trómel);
- equipo de clasificación de material (mecánico o neumático);
- trituradoras de vidrio;
- empacadoras y compactadoras;
- separadores de corriente parásita de Foucault (para separación de metales no ferrosos);
- cintas transportadoras,
- material rodante.

Riesgos para la salud y la seguridad

Los trabajadores de IRM se enfrentan a una gran variedad de riesgos ambientales y laborales, muchos de ellos impredecibles debido a que el contenido de los residuos cambia continuamente. Entre esos riesgos cabe destacar

- Las enfermedades infecciosas causadas por residuos biológicos y médicos.
- La toxicidad aguda y crónica a causa de los productos químicos domésticos, los disolventes y otros productos químicos desechados. Este riesgo no es muy grande (salvo cuando los residuos industriales van a parar a las basuras urbanas), ya que los productos químicos domésticos no suelen ser muy tóxicos, y sólo están presentes en cantidades relativamente pequeñas.
- Disolventes y combustibles y humos de escapes (especialmente operarios de vehículos y trabajadores de mantenimiento).

Tabla 101.4 • Lesiones más comunes en la industria del reciclado.

Tipo de lesión	Causa de la lesión	Parte del cuerpo afectada
Cortes, abrasiones y desgarros	Contacto con materiales cortantes	Manos y antebrazos
Distensión	Levantamiento	Zona lumbar de la espalda
Partículas en los ojos	Polvo en el aire y objetos volantes	Ojo
Movimientos repetitivos	Clasificación manual	Extremidades superiores

- Exposiciones a calor, frío e inclemencias climatológicas, debido a que muchas IRM están expuestas a los elementos atmosféricos.
- Niveles perjudiciales de ruido cuando las máquinas pesadas funcionan en espacios confinados.
- Riesgos físicos, como resbalones y caídas, heridas punzantes, cortes y abrasiones, distensiones musculares, esguinces y lesiones por movimientos repetitivos. Los clasificadores suelen estar continuamente de pie, mientras que los operarios de vehículos deben soportar a veces asientos y controles de manejo mal diseñados.
- Polvo y partículas en suspensión en el aire.

En la Tabla 101.4 se enumeran los tipos más frecuentes de lesiones en el sector del reciclado.

Prevención

Los trabajadores de IRM pueden verse expuestos a cualquier tipo de residuos que llegue a ellas, así como al entorno en constante cambio en el que trabajan. La dirección de una instalación de este tipo debe conocer en todo momento el contenido del material que llega a ella, y estar pendiente de la formación y la supervisión de los trabajadores y del cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad, del uso apropiado de los EPI y del mantenimiento de la maquinaria y los equipos. Merecen una total atención las consideraciones de seguridad siguientes:

- precauciones de bloqueo/advertencia de seguridad;
- limpieza y orden generales;
- mantenimiento de las salidas;
- preparación para emergencias y, cuando sea necesario, acceso a primeros auxilios y asistencia médica;
- programas de prevención de la audición;
- protección frente a agentes patógenos transmitidos por la sangre;
- mantenimiento preventivo de máquinas y equipos;
- señales de tráfico y de peligro para peatones por material rodante;
- espacios confinados;
- prevención de incendios y formación y equipos de lucha contra el fuego;
- gestión de residuos domésticos peligrosos,
- disponibilidad y uso de EPI de buena calidad y del tamaño adecuado.

Conclusión

El reciclado municipal es una industria relativamente nueva que cambia rápidamente a medida que crece y que su tecnología evoluciona. La seguridad y la salud de su mano de obra dependen de un diseño adecuado de los procesos y los equipos, así como de la formación y supervisión apropiadas de sus trabajadores.

● OPERACIONES DE ELIMINACION DE RESIDUOS

James W. Platner

Los trabajadores que se ocupan de la eliminación y manipulación municipales de basuras se enfrentan a riesgos de seguridad y salud en el trabajo tan variados como los materiales que manejan. Sus principales quejas se refieren a los olores y a la

irritación de las vías respiratorias superiores, relacionada por lo general con el polvo. Sin embargo, los verdaderos problemas en materia de seguridad y salud en el trabajo varían en función del proceso de trabajo y de las características de los residuos manejados [residuos sólidos urbanos (RSU) mixtos, residuos sanitarios y biológicos, residuos reciclados, residuos agrícolas y alimentarios, cenizas, restos de construcción y residuos industriales]. Los agentes biológicos, como bacterias, endotoxinas y hongos, pueden entrañar riesgos, sobre todo para los trabajadores con alteraciones del sistema inmunitario e hipersensibles. Además de las preocupaciones relacionadas con la seguridad, las repercusiones sanitarias han sido predominantemente problemas de salud respiratorios en trabajadores, incluidos los síntomas del síndrome tóxico por polvos orgánicos (STPO), la irritación de la piel, los ojos y las vías aéreas superiores y casos de enfermedades pulmonares graves, como asma, alveolitis y bronquitis.

El Banco Mundial (Beede y Bloom 1995) calcula que en 1990 se generaron 1.300 millones de toneladas de RSU, lo que supone un promedio de dos tercios de kilogramo por persona y día. Sólo en Estados Unidos, se cifra en 343.000 el número de trabajadores ocupados en la recogida, transporte y eliminación de RSU, según las estadísticas de la Oficina del Censo de 1991. En los países industrializados, los flujos de residuos son cada vez más diferenciados, y los procesos de trabajo tienen una complejidad creciente. Los esfuerzos para segregar y definir mejor las composiciones de los flujos de residuos son a menudo críticos para identificar los riesgos profesionales y los controles apropiados, así como para controlar las repercusiones en el medio ambiente. La mayoría de los trabajadores en la eliminación de residuos siguen enfrentándose a exposiciones y riesgos imprevisibles derivados de multitud de vertederos abiertos, a menudo con un sistema de combustión abierto.

Los aspectos económicos de la eliminación, reutilización y reciclado de residuos, así como los relativos a la salud pública, están generando cambios rápidos en la manipulación de residuos en todo el mundo, para conseguir la máxima recuperación de recursos y reducir la dispersión de residuos en el medio ambiente. En función de los factores económicos locales, el resultado es la adopción de procesos de trabajo que exigen cada vez más mano de obra o más capital. Las prácticas con una mano de obra abundante atraen a un número creciente de trabajadores a entornos de trabajo peligrosos y afectan generalmente a rebuscadores de basuras del sector informal que clasifican a mano las basuras urbanas y venden los materiales reciclables y reutilizables. El aumento de la capitalización no ha generado automáticamente mejoras de las condiciones de trabajo, ya que el aumento del trabajo dentro de espacios confinados (p. ej., en operaciones de preparación de compost en bidones o en incineradoras) y el del procesado mecánico de residuos pueden originar una mayor exposición tanto a los contaminantes en el aire como a los riesgos mecánicos, a menos que se implanten los controles adecuados.

Procesos de eliminación de residuos

Los procesos utilizados son muy diversos, y a medida que aumentan los costes de recogida, transporte y eliminación de los residuos para satisfacer normas ambientales y comunitarias cada vez más exigentes, puede estar justificada en razón del coste una diversidad creciente de procesos. Estos procesos se subdividen en función de los cuatro enfoques básicos que pueden utilizarse, en combinación o en paralelo, para diversos tipos de residuos. Esos cuatro procesos básicos son la dispersión (vertido en tierra o agua, evaporación), la oxidación (incineración, preparación de compost), almacenamiento/aislamiento (vertederos controlados

de residuos sanitarios y peligrosos) y reducción (hidrogenación, absorción anaeróbica). Estos procesos tienen en común algunos riesgos profesionales generales asociados con la manipulación de residuos, pero también llevan aparejados riesgos específicos del proceso de trabajo.

Riesgos profesionales comunes en la manipulación de residuos

Sea cual sea el proceso concreto de eliminación de residuos que se utilice, el simple hecho de procesar RSU y otros residuos entraña determinados riesgos comunes (Colombi 1991; Desbaumes 1968; Malmros y Jonsson 1994; Malmros, Sigsgaard y Bach 1992; Maxey 1978; Mozzon, Brown y Smith 1987; Rahkonen, Ettala y Loikkanen 1987; Robazzi y cols. 1994).

Es frecuente que estén mezclados con las basuras normales materiales muy peligrosos no identificados; son ejemplos los plaguicidas, los disolventes inflamables, los productos químicos industriales y los residuos biopeligrosos, que pueden aparecer en la basura doméstica. Este riesgo puede evitarse sobre todo, mediante la separación de los distintos residuos y, en particular, de los residuos industriales y la basura doméstica.

Los olores y la exposición a compuestos orgánicos volátiles (COV) mixtos pueden originar náuseas, pero están por lo común bastante por debajo de los valores límite umbral (TLV) de la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH), incluso dentro de espacios cerrados (ACGIH 1989; Wilkins 1994). El control típico comprende el aislamiento del proceso, como en los digestores anaeróbicos sellados o en los bidones para preparación de "compost", con lo que se reduce al mínimo el contacto de los trabajadores mediante el recubrimiento diario con humus o limpieza de la estación de transferencia y el control de los procesos de degradación biológica, en particular reduciendo al mínimo la degradación anaeróbica mediante el control del contenido de humedad y la aireación.

Es posible controlar los gérmenes patógenos transmitidos por insectos y roedores cubriendo a diario los residuos con humus. Botros y cols. (1989) comunicaron que el 19 % de los trabajadores de la basura de El Cairo tenían anticuerpos frente a *Rickettsia typhi* (procedente de pulgas), un germen patógeno causante de enfermedad en los seres humanos.

La inyección o el contacto con la sangre de residuos infecciosos, tales como agujas y residuos manchados de sangre, se controlan de modo óptimo en el lugar de origen mediante la separación y esterilización de residuos de ese tipo antes de desecharlos, y por el uso de recipientes resistentes a los pinchazos para su eliminación. El tétanos es también una auténtica preocupación en casos de lesiones en la piel. Se precisa inmunización actualizada.

La ingestión de *Giardia* y otras especies patógenas para el aparato digestivo puede controlarse reduciendo al mínimo la manipulación y el contacto mano-boca (incluido el consumo de tabaco), suministrando agua potable garantizada, facilitando a los trabajadores servicios higiénicos y de aseo y manteniendo una temperatura adecuada en las operaciones de fabricación de "compost" para destruir los agentes patógenos antes de la manipulación en seco y envasado en bolsas. Son especialmente indicadas las precauciones para los microorganismos *Giardia* presentes en los lodos de aguas residuales y pañales infantiles desechables en RSU, así como para *tenias* y lombrices procedentes de residuos de aves de corral y mataderos.

La inhalación de bacterias y hongos presentes en el aire es especialmente temible cuando aumenta el procesamiento mecánico (Lundholm y Rylander 1980) con compactadoras (Emery y cols. 1992), maceradoras o desmenuzadoras, aireación, operaciones de embolsado y cuando se permite que descienda el contenido de humedad. Como resultado, aumentan los

trastornos respiratorios (Nersting y cols. 1990), la obstrucción bronquial (Spinaci y cols. 1981) y la bronquitis crónica (Ducel y cols. 1976). Aunque no existen directrices formales, la Asociación de Salud Laboral Holandesa (1989) recomendó mantener el número total de bacterias y hongos por debajo de 10.000 unidades formadoras de colonias por metro cúbico (ufc/m³), y por debajo de 500 ufc/m³ el de cualquier microorganismo patógeno individual (los niveles al aire libre son de alrededor de 500 ufc/m³ para bacterias totales, y los valores en interiores son representativamente menores). Estos niveles pueden superarse de modo regular en las operaciones de fabricación de "compost".

Los hongos y las bacterias forman biotoxinas, incluidas las endotoxinas generadas por las bacterias gramnegativas. La inhalación o ingestión de una endotoxina, incluso después de destruir a las bacterias que la produjeron, puede causar fiebre y síntomas parecidos a los de la gripe sin infección. El grupo de trabajo holandés sobre métodos de investigación de la contaminación biológica en interiores, recomienda que se mantengan niveles de bacterias gramnegativas en el aire inferiores a 1000 ufc/m³ para evitar los efectos de las endotoxinas. Las bacterias y los hongos pueden producir una gran variedad de otras toxinas potentes que también plantean riesgos profesionales.

El agotamiento por calor y el golpe de calor pueden ser graves, sobre todo cuando el agua potable garantizada está disponible en cantidades limitadas y cuando se utilizan EPI en lugares que se sabe que contienen residuos peligrosos. En los monos de PVC-Tyvek® sencillos se observa un estrés por calor equivalente a añadir de 6 a 11 °C al índice de temperatura de globo de bulbo húmedo (WBGT) (Paull y Rosenthal 1987). Cuando la WBGT supera 27,7 °C, las condiciones se consideran peligrosas.

Las heridas o enfermedades de la piel son dolencias frecuentes en las operaciones de manipulación de residuos (Gellin y Zavan 1970). Las lesiones directas de la piel debidas a cenizas cáusticas y otros contaminantes irritantes de los residuos, combinadas con exposiciones intensas a microorganismos patógenos, desgarros y pinchazos frecuentes de la piel y, de modo característico, disponibilidad limitada de instalaciones para lavado, originan una incidencia elevada de problemas de la piel.

Los residuos contienen una gran variedad de materiales capaces de causar desgarros y pinchazos, guardando especial relación con las operaciones en las que se usa de forma intensiva la mano de obra, como la clasificación de las basuras para reciclado o el removido manual de "compost" de RSU, y en los procesos mecánicos como la compactación, el triturado o el desmenuzado, de donde pueden salir elementos proyectados. Las medidas de control exigidas son las gafas de seguridad y el calzado y los guantes resistentes a pinchazos y cortes.

Los riesgos derivados del uso de vehículos atañen tanto a quienes los manejan (vuelco, atrapamiento), como a los trabajadores de a pie, por posible atropello. Todo vehículo que funcione en superficies inestables o irregulares debe estar dotado de protecciones antivuelco que resistan el peso del vehículo y permitan al operador sobrevivir. Debe separarse en lo posible el tráfico de peatones y vehículos en distintas zonas señalizadas, sobre todo cuando la visibilidad sea limitada, como ocurre en los casos de incineración al aire libre, por la noche y en talleres de fabricación de "compost", en los que en tiempo frío pueden formarse densas neblinas.

En los trabajadores con residuos puede producirse aumento de reacciones broncopulmonares atópicas como asma (Sigsgaard, Bach y Malmros 1990) y reacciones cutáneas, sobre todo cuando los niveles de exposición a polvos orgánicos son elevados.

Riesgos de procesos específicos

Dispersión

La dispersión incluye el vertido de los residuos en medios acuáticos, la evaporación en el aire o el vertido sin esfuerzo alguno de contención. El vertido en los océanos de RSU y residuos peligrosos se está reduciendo rápidamente. Sin embargo, se calcula que el 30-50 % de los RSU no se recogen en las ciudades de los países en desarrollo (Cointreau-Levine 1994), sino que por lo general se queman o se vierten en conductos y calles, donde representan una importante amenaza para la salud pública.

La evaporación, en ocasiones con calentamiento activo a bajas temperaturas, se utiliza como alternativa más barata a las incineradoras u hornos, sobre todo para contaminantes orgánicos de líquidos volátiles, como disolventes o combustibles que están mezclados con residuos no combustibles, como el suelo. Pueden existir riesgos para los trabajadores en la entrada a espacios confinados y atmósferas explosivas, sobre todo en operaciones de mantenimiento, en las que deben utilizarse controles apropiados de las emisiones al aire.

Almacenamiento/aislamiento

El aislamiento consiste en una combinación de ubicaciones distantes y contención física en vertederos cada vez más seguros. Los vertederos sanitarios característicos exigen la excavación con equipo de movimiento de tierras, el vertido de los residuos, la compactación y el recubrimiento diario con suelo o "compost" para reducir la infestación por animales nocivos, los olores y la dispersión. Pueden instalarse cubiertas y/o revestimientos de arcilla o plástico impermeable para limitar la infiltración de agua y la lixiviación en las aguas subterráneas. Es posible usar pozos de prueba para evaluar la migración del lixiviado del lugar del vertido y permitir su control dentro del vertedero. Los trabajadores son: operadores de equipos pesados; conductores de camiones; vigilantes que pueden ser responsables de rechazar residuos peligrosos y dirigir el tráfico de los vehículos y rebuscadores de basuras del sector informal, que pueden clasificar los residuos y apartar los materiales reciclables.

En las regiones que dependen del carbón o la madera para combustible, las cenizas pueden suponer una parte considerable de los residuos. Es necesario apagar los rescoldos antes del vertido, o tener vertederos sólo para las cenizas, para evitar los incendios. Las cenizas pueden causar irritación cutánea y quemaduras cáusticas. Las cenizas en el aire causan diversos riesgos para la salud, incluida la irritación respiratoria y de las mucosas, así como problemas respiratorios agudos (Shrivastava et al. 1994). Las cenizas en el aire de baja densidad también pueden originar riesgos de ingestión, y pueden ser inestables cuando se utiliza equipo pesado y en excavaciones.

En multitud de naciones, la eliminación de residuos sigue consistiendo en el simple vertido con incineración abierta, que puede combinarse con búsqueda de componentes reutilizables o reciclables con valor por parte de trabajadores del sector informal. Estos trabajadores corren riesgos de salud y seguridad graves. Se calcula que en Manila, Filipinas, trabajan 7.000 rebuscadores de basuras en el vertedero de RSU, mientras que en Yakarta lo hacen 8.000 y en Ciudad de México, 10.000 (Cointreau-Levine 1994). Debido a las dificultades para controlar las prácticas de trabajo en sectores informales, un paso importante para controlar estos riesgos es lograr que la separación de materiales reciclables y reutilizables se haga en el proceso de recogida de basuras formal. Pueden realizar esta tarea quienes generan la basura, incluidos los consumidores o los trabajadores domésticos o los trabajadores de recogida/clasificación [p. ej., en Ciudad de México dedican oficialmente el

10 % de su tiempo a clasificar residuos para la venta de reciclables, mientras que en Bangkok dedican el 40 % (Beede y Bloom 1995)], o es posible disponer operaciones de separación de residuos antes de su eliminación (como separación magnética de los residuos metálicos).

Las hogueras abiertas exponen a los trabajadores a una mezcla potencialmente tóxica de productos de degradación, como ya se ha comentado. Dado que los rebuscadores de basuras pueden recurrir a la incineración al aire libre para facilitar la separación de metales y vidrio de las basuras combustibles, quizá sea necesario recuperar los materiales que merezcan la pena antes del vertido para eliminar esas prácticas de incineración.

Al lograr separar los residuos peligrosos del flujo general de basuras, se reducen los riesgos de los trabajadores con RSU, al tiempo que aumentan las cantidades que manejan los trabajadores de los vertederos de residuos peligrosos. Para conseguir una seguridad elevada en el tratamiento de los residuos peligrosos y en los puntos de eliminación, se necesita una declaración detallada de la composición de los residuos, niveles altos de utilización de EPI para los trabajadores y una formación exhaustiva de éstos en el control de los riesgos. Los vertederos seguros entrañan riesgos peculiares, como los de resbalar y caer cuando las excavaciones están revestidas de plástico o geles de polímero para reducir la migración del lixiviado, problemas dermatológicos potencialmente graves, estrés por calor relacionado con el trabajo durante periodos prolongados con trajes impermeables y control de la calidad del aire suministrado. Los operadores de equipo pesado, los trabajadores manuales y los técnicos dependen en gran medida de los EPI para reducir al mínimo su grado de exposición.

Oxidación (incineración y preparación de "compost")

Las hogueras al aire libre, la incineración y el combustible derivado de residuos son los ejemplos más evidentes de oxidación. Cuando el contenido de humedad es suficientemente bajo y el contenido de combustible lo bastante alto, se hacen esfuerzos crecientes para aprovechar el valor como combustible de los RSU mediante la generación de combustible derivado de las basuras en forma de briquetas comprimidas, o mediante la incorporación de plantas de cogeneración de electricidad o de vapor a las incineradoras de basuras municipales. Tales operaciones pueden generar grandes cantidades de polvos secos a causa de los esfuerzos para producir un combustible con un valor calorífico constante. Sigue siendo necesario evacuar las cenizas residuales, por lo general a vertederos.

Los riesgos existentes en las incineradoras de RSU son muy diversos (Knop 1975). Así, los trabajadores suecos de estas incineradoras presentaban un aumento de las cardiopatías isquémicas (Gustavsson 1989), mientras que en un estudio de estos trabajadores en Filadelfia, Pensilvania, no se encontró una correlación entre las consecuencias para la salud y los grupos de exposición (Bresnitz y cols. 1992). Se han hallado concentraciones de plomo en sangre algo elevadas en trabajadores de incineradoras, relacionadas primordialmente con exposiciones a cenizas de precipitadores electrostáticos (Malkin y cols. 1992).

Las exposiciones a cenizas (p. ej., de sílice cristalina, radioisótopos, metales pesados) pueden ser importantes no sólo en las operaciones de las incineradoras, sino también en vertederos y plantas de hormigón ligero en las que se utilizan cenizas como aditivo. Aunque el contenido de sílice cristalina y de metales pesados varía con el combustible, éste puede presentar un riesgo importante de silicosis. Schilling (1988) observó efectos sobre la función pulmonar y síntomas respiratorios en los trabajadores

expuestos a cenizas, pero en la radiología no se apreciaban cambios.

La degradación térmica de los productos de pirólisis originados por la oxidación incompleta de numerosos productos residuales puede generar riesgos importantes para la salud. Estos productos pueden ser cloruro de hidrógeno, fosgeno, dioxinas y dibenzofuranos procedentes de residuos clorados, como plásticos de cloruro de polivinilo (PVC) y disolventes. Los residuos no halogenados también pueden originar productos de degradación peligrosos, incluidos hidrocarburos poliaromáticos, acroleína, cianuro de lanas y seda, isocianatos del poliuretano y compuestos organoestánicos de gran variedad de plásticos. Estas mezclas complejas de productos de degradación pueden variar enormemente en función de la composición de los residuos, las velocidades de alimentación, la temperatura y el oxígeno disponible durante la combustión. Si bien los productos de degradación causan una preocupación notable en caso de quemado en hogueras al aire libre, las exposiciones de los trabajadores de incineradoras de RSU parecen ser relativamente bajas (Angerer y cols. 1992).

En las incineradoras y hornos rotatorios de RSU y residuos peligrosos, el control de los parámetros de combustión y del tiempo de permanencia de los residuos sólidos y gaseosos a temperaturas elevadas es decisivo para la destrucción de los residuos, al tiempo que reduce al mínimo la generación de productos de degradación más peligrosos. Los trabajadores se ocupan del funcionamiento de la incineradora, la carga y transferencia de residuos al interior de la incineradora, la entrega de los residuos y la descarga de los camiones, el mantenimiento del equipo, la limpieza general y la retirada de cenizas y escorias. Aunque el diseño de la incineradora puede limitar las tareas manuales necesarias y las exposiciones de los trabajadores, con diseños que exijan un menor aporte de capital, pueden existir exposiciones significativas de los trabajadores y una necesidad de regular la entrada a espacios confinados (p. ej., para retirar la escoria que dejan los residuos de vidrio en la parrilla de la incineradora).

Preparación de "compost"

En los procesos biológicos aeróbicos, la temperatura y la velocidad de oxidación son menores que en la incineración, pero sigue siendo oxidación. La fabricación de "compost" a partir de residuos agrícolas y de talleres, lodos de aguas residuales, RSU y restos de alimentos es cada vez más común en operaciones urbanas. Las tecnologías en rápido desarrollo para el tratamiento biológico de los residuos peligrosos e industriales comprenden a menudo una secuencia de procesos de digestión aeróbicos y anaeróbicos. El "compost" suele prepararse en forma de montones o en recipientes grandes que faciliten la aireación y el mezclado. El objetivo de las operaciones para obtener el "compost" es crear una mezcla de residuos con proporciones óptimas de carbono y nitrógeno (30:1), y mantener después la humedad entre 40 a 60 % por peso, una proporción de oxígeno superior al 5 % y niveles de temperatura de 32 a 60 °C para que puedan crecer las bacterias aeróbicas y otros microorganismos (Cobb y Rosenfield 1991). Tras la separación de los reciclables y de los residuos peligrosos (que exige por lo común la separación a mano), se trituran RSU a fin de crear una mayor superficie para la acción biológica. El triturado puede originar niveles de ruido y de polvo altos, lo que está relacionado con una protección mecánica significativa. En algunas operaciones se utilizan molinos con martillos móviles calibrados para poder reducir la clasificación en el extremo frontal.

Las operaciones de preparación de "compost" en recipientes o bidones exigen mucho capital, pero permiten un control más

eficaz de los olores y del proceso. La entrada a espacios confinados es un riesgo importante para los trabajadores de mantenimiento, ya que pueden liberarse concentraciones elevadas de CO₂, con el consiguiente déficit de oxígeno. El bloqueo del equipo antes del mantenimiento también es fundamental, puesto que entre los mecanismos figuran accionadores de tornillo y cintas transportadoras internos.

En las operaciones de preparación de "compost" en pilas que no requieren tanto capital, los residuos se desmenuzan o trituran y se colocan en largos montones que se airean mecánicamente por medio de conductos perforados o simplemente dándolos la vuelta, ya sea con palas cargadoras o a mano. Pueden cubrirse o techarse los montones para facilitar el mantenimiento de un contenido de humedad constante. Cuando se utiliza equipo especial para dar la vuelta a los montones, los látigos mezcladores de cadena giran a velocidad alta a través del "compost", y debe evitarse que entren en contacto con las personas. Al girar estos látigos a través del montón, proyectan objetos, lo que puede ser peligroso. Los operadores deben garantizar que queda una distancia de seguridad suficiente en los alrededores del equipo.

La toma periódica de la temperatura con sondas permite vigilar el progreso de la elaboración del "compost" y garantizar que existen temperaturas lo bastante altas para destruir los gérmenes patógenos y permitir la supervivencia de los microorganismos beneficiosos. Con contenidos de humedad del 20-45 %, cuando la temperatura supere 93 °C también puede existir riesgo de incendio por combustión espontánea (de modo muy similar a los incendios de silos). La máxima probabilidad de que ocurra es cuando los montones tienen más de 4 m de altura. Es posible evitar los incendios si se mantiene la altura de los montones por debajo de 3 m y se les da la vuelta cuando la temperatura supera los 60 °C. En las instalaciones deben existir bocas de riego y un acceso adecuado entre los montones para controlar los posibles incendios.

Los riesgos en las operaciones de fabricación de "compost" incluyen los mecánicos y los de tráfico originados por los tractores y camiones utilizados para dar la vuelta a los montones de residuos, con el objeto de mantener la aireación y el grado de humedad. En los climas más fríos, las temperaturas elevadas del "compost" pueden producir una densa neblina a ras del suelo, en una zona de trabajo ocupada por operadores de equipos pesados y trabajadores de a pie. Son más frecuentes las náuseas, los dolores de cabeza y las diarreas en los trabajadores con "compost", que en sus compañeros de una planta de agua potable (Lundholm y Rylander 1980). Pueden surgir problemas de olor a consecuencia del control deficiente de la humedad y el aire necesarios para el proceso de elaboración del "compost". Si se permite que existan condiciones anaeróbicas, se genera sulfuro de hidrógeno, aminas y otros materiales olorosos. Además de las preocupaciones características en trabajadores de eliminación de residuos, la fabricación de compost con intervención de microorganismos en crecimiento activo puede elevar las temperaturas de los RSU en grado suficiente para destruir los gérmenes patógenos, pero también puede producir exposiciones a mohos y hongos y a sus esporas y toxinas, sobre todo en operaciones de embolsado de "compost" y cuando se deja que éste se seque. Se han evaluado en varios estudios los hongos, bacterias, endotoxinas y otros contaminantes en el aire en las operaciones de fabricación de "compost" (Belin 1985; Clark, Rylander y Larsson 1983; Heida, Bartman y Van der Zee 1975; Lacey y cols. 1990; Millner y cols. 1994; Van der Werf 1996; Weber y cols. 1993). Existen ciertos indicios de aumento de los trastornos respiratorios y de reacciones de hipersensibilidad en los trabajadores con "compost" (Brown y cols. 1995; Sigsgaard y cols. 1994). Es indudable que las infecciones respiratorias por

bacterias y hongos (Kramer, Kurup y Fink 1989) suponen una preocupación para los trabajadores inmunodeprimidos, como los que tienen SIDA y los que reciben quimioterapia contra el cáncer.

Reducción (hidrogenación y digestión anaeróbica)

En la digestión anaeróbica de aguas residuales y residuos agrícolas se utilizan tanques cerrados, a menudo con contactos de cepillos rotatorios si los nutrientes están diluidos, lo que puede plantear problemas graves para los trabajadores de mantenimiento en caso de entrada a espacios confinados. En numerosos países se utilizan también con frecuencia digestores anaeróbicos, como generadores de metano, que pueden emplearse como combustible residuos agrícolas, sanitarios o alimentarios. En muchos países se exige actualmente la recogida de metano de vertederos de RSU y el quemado o la compresión para su uso cuando la generación de metano supera umbrales especificados, pero en la mayoría de los vertederos no existe humedad suficiente para que la digestión anaeróbica se realice de modo eficiente. La generación de sulfuro de hidrógeno también es un resultado común de la digestión anaeróbica, y puede causar irritación ocular y fatiga olfatoria a niveles bajos.

En los últimos tiempos, la reducción/hidrogenación a temperaturas altas se ha convertido en una opción de tratamiento de los residuos químicos orgánicos. Pueden emplearse para ello instalaciones más pequeñas, y en consecuencia potencialmente más móviles, con menos aporte de energía que una incineradora de alta temperatura, dado que los catalizadores metálicos permiten que se realice la hidrogenación a temperaturas más bajas. Los residuos orgánicos pueden convertirse en metano y utilizarse como combustible para continuar el proceso. Lo que más preocupa en cuanto a la salud de los trabajadores son las atmósferas explosivas y la entrada en espacios confinados para limpieza, eliminación de lodos y mantenimiento, los riesgos del transporte y la carga de los residuos de alimentación líquidos, así como la posibilidad de derrame.

Resumen

A medida que los residuos se consideran recursos para el reciclado y reutilización, su procesado aumenta, lo que está originando un cambio rápido de la industria de eliminación de residuos en todo el mundo. Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores de las operaciones de evacuación de residuos, a menudo no se limitan a los peligros normales, sino que comprenden numerosos problemas para la salud de carácter crónico y agudo. Con frecuencia se hace frente a estos riesgos con EPI mínimos e instalaciones higiénicas y sanitarias insuficientes. Los esfuerzos para reducir los residuos industriales y prevenir la contaminación, están desplazando cada vez más los procesos de reciclado y reutilización de las operaciones de eliminación de residuos por contrato o externas al campo del trabajo de producción.

Las prioridades en el control de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo en este sector industrial, en rápida evolución, deben ser:

- la integración del sector de trabajo informal en el proceso de trabajo formal;
- la dotación de servicios y lavabos adecuados y de agua potable;
- la eliminación de hogueras al aire libre y de la dispersión de residuos en el medio ambiente;
- la separación de los distintos flujos de residuos para facilitar su caracterización y la identificación de medidas de control y de prácticas de trabajo apropiadas;
- la reducción al mínimo del tráfico mixto de vehículos y peatones en las zonas de trabajo;

- la adopción de prácticas de excavación adecuadas a las características del suelo y de los residuos;
- la previsión y el control de los riesgos antes de entrar en espacios confinados;
- en operaciones que originen gran cantidad de polvo, reducir la exposición al mínimo;
- el uso de gafas de seguridad y de calzado y guantes resistentes a cortes y pinchazos,
- la integración de los aspectos relativos a la seguridad y la salud cuando se apliquen planes de cambio de procesos, sobre todo durante la transición del vertido abierto y los vertederos controlados a operaciones cerradas más complejas y potencialmente más peligrosas, como la fabricación de "compost", la separación mecánica o manual para reciclado, las operaciones de conversión de residuos en energía o las incineradoras.

En este período de cambio rápido en la industria, es posible introducir mejoras importantes en la seguridad y la salud de los trabajadores con un coste bajo.

GENERACION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS: PROBLEMAS SOCIALES Y ETICOS

*Colin L. Soskolne**

Entre los residuos peligrosos figuran, por ejemplo, los materiales radiactivos y los productos químicos. El desplazamiento de estas sustancias desde su lugar de origen a otras localidades se ha denominado "comercio tóxico", actividad que suscitó preocupación a finales de los años 80, sobre todo en África (Vir 1989). La identificación de estas prácticas hizo que se despertara el interés sobre la cuestión de la justicia ambiental, reconocida recientemente, también conocida en algunos casos como racismo ambiental (Coughlin 1996).

Vir (1989) señaló que a medida que la legislación en materia de protección ambiental se hacía cada vez más estricta en Europa y Estados Unidos, y que aumentaba el coste de la eliminación, los "basureros" o "comerciantes de residuos" empezaron a dirigir su atención a las naciones más pobres como destinatarios posibles y voluntarios de sus productos de desecho, lo que supondría para estos países más pobres una fuente de ingresos muy necesaria. Algunos de estos países se habían mostrado dispuestos a aceptar estos residuos por una parte del coste que las naciones desarrolladas habrían tenido que pagar, de otro modo, por su eliminación. Para las "naciones que naufragan económicamente, es una oferta atractiva" (Vir 1989).

Asante-Duah, Saccomanno y Shortreed (1992) muestran el crecimiento exponencial en Estados Unidos de la producción de residuos peligrosos desde 1970, con una elevación similar de los costes asociados con el tratamiento y su eliminación. Se muestran partidarios de un comercio controlado de residuos peligrosos, que debe ser "regulado e informado". Señalan que "los países que generan cantidades pequeñas de residuos peligrosos deben contemplar el comercio de residuos como una opción económica importante, siempre que los destinatarios de los residuos no comprometan su sostenibilidad ambiental". Seguirán generándose residuos peligrosos, y existen países para los que un aumento de algunas de estas sustancias no elevaría el riesgo para la salud de las generaciones presentes o futuras, por

*Adaptado de Soskolne 1997, con autorización.

lo que podría ser económicamente rentable para ellos aceptar residuos.

Hay otros autores que sostienen que los residuos sólo deben eliminarse en su lugar de origen, y no transportarse en modo alguno (Puckett y Fogel 1994; Cray 1991; Southam News 1994), y lo hacen partiendo del argumento de que la ciencia es incapaz de ofrecer garantía alguna de la ausencia de riesgo.

Un principio ético que dimana del argumento anterior es el del respeto de la autonomía (es decir, el respeto de las personas), que también incluye cuestiones de autonomía nacional. La cuestión decisiva que se plantea es la de si un país destinatario tiene capacidad para valorar adecuadamente el nivel de riesgo asociado con un envío de residuos peligrosos. Para la valoración son imprescindibles la declaración completa por parte del país de origen, del contenido de un envío y un grado de capacidad técnica local que permita valorar las repercusiones posibles en el país receptor.

Dado que en las comunidades de los países en desarrollo es menos probable que exista información sobre los posibles riesgos asociados con los residuos enviados, el fenómeno "en mi casa, no", tan evidente en las regiones del mundo más acomodadas, es menos probable en las menos favorecidas. Además, los trabajadores de estas zonas no suelen disponer de una infraestructura relacionada con la protección de los trabajadores, incluida información referente al etiquetado de los productos con los que entran en contacto. En consecuencia, los trabajadores de los países más pobres que participen en el manejo, el almacenamiento y la eliminación de residuos peligrosos carecerían de la formación necesaria para saber cómo protegerse. Con independencia de estas consideraciones éticas, en el análisis definitivo habría que sopesar las ventajas económicas derivadas de la aceptación de esos envíos de residuos frente a los posibles efectos nocivos que podrían surgir a corto, medio y largo plazo.

Un segundo principio ético que se desprende del argumento anterior es el de la justicia distributiva, centrada en la pregunta de quién asume los riesgos y quién obtiene ventajas. Cuando existe un desequilibrio entre los que asumen los riesgos y los que obtienen ventajas, no se respeta el principio de la justicia distributiva. Con frecuencia han sido trabajadores necesitados quienes se han expuesto a los riesgos sin posibilidad alguna de beneficiarse del fruto de sus esfuerzos. Así ha ocurrido en el contexto de la producción, en países en desarrollo, de mercancías relativamente costosas en beneficio de mercados del primer mundo. Otro ejemplo, es el de los ensayos de vacunas o fármacos nuevos en personas de países en desarrollo, que nunca podrían permitirse el acceso a ellos en sus países.

Hacia el control del transporte de los residuos peligrosos

A causa de la necesidad reconocida de controlar mejor los vertidos de residuos peligrosos, ministros de 33 países firmaron en marzo de 1989 el Convenio de Basilea (Asante-Duah, Saccmanno y Shortreed 1992), en el que se contemplaban los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y se exigía la notificación a los países destinatarios y su consentimiento antes de que pudiera realizarse ningún envío de residuos.

Posteriormente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) lanzó su Programa para una Producción más Limpia en colaboración estrecha con los gobiernos y el sector industrial en defensa de tecnologías no generadores de residuos (Rummel-Bulska 1993). En marzo de 1994, se prohibieron completamente todos los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos desde los 24 países ricos industrializados, miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) a otros estados no

miembros de la OCDE. La prohibición fue de carácter inmediato para la eliminación definitiva, y entra en vigor al comienzo de 1998 para todos los residuos peligrosos que se afirma están destinados a operaciones de reciclado o recuperación (Puckett y Fogel 1994). Los países que más se opusieron al establecimiento de una prohibición total fueron Australia, Canadá, Japón y Estados Unidos. A pesar de esta oposición, hasta la penúltima votación de un grupo de gobiernos de gran peso industrial, la prohibición se aprobó finalmente por consenso (Puckett y Fogel 1994).

Greenpeace ha insistido en la necesidad de una prevención primaria para resolver la crisis creciente originada por los residuos atacando de raíz el problema, es decir, reduciendo al mínimo la generación de residuos por medio de tecnologías de producción limpias (Greenpeace 1994a). Al formular esta propuesta, Greenpeace identificó a los países más importantes que exportan residuos peligrosos (Australia, Canadá, Alemania, Reino Unido y Estados Unidos) y a algunos de los que los importan '[Bangladesh, China (incluido Taiwan), India, Indonesia, Malasia, Pakistán, Filipinas, República de Corea, Sri Lanka y Tailandia]. En 1993, Canadá, por ejemplo, había exportado unos 3,2 millones de kilogramos de cenizas que contenían plomo y zinc a la India, la República de Corea y Taiwan, China, y 5,8 millones de kilogramos de residuos de plásticos a Hong Kong (Southam News 1994). Greenpeace (1993, 1994) también aborda el alcance del problema en lo que respecta a sustancias concretas y métodos de eliminación.

Valoración de los riesgos

La epidemiología está en el centro de la valoración del riesgo para la salud, que se invoca cuando en una comunidad surge la preocupación por las consecuencias, si existen, de la exposición a sustancias peligrosas y potencialmente tóxicas. El método científico aplicado por la epidemiología al estudio de los factores ambientales causantes de una mala salud puede ser fundamental para proteger a comunidades sin defensa, tanto frente a los riesgos como frente a la degradación ambientales. La valoración del riesgo realizada antes de un envío correspondería probablemente al ámbito del comercio legal, mientras que si se realizara después de la llegada de un envío, se emprendería para determinar si estaban o no justificadas cualesquiera medidas sanitarias, por lo que probablemente habría sido un envío ilegal.

Entre las preocupaciones para la persona que valore los riesgos estaría la evaluación de los riesgos, es decir, qué riesgos existen, si es que hay alguno, en qué grado y en qué forma podrían manifestarse. Además, dependiendo del tipo de riesgo, quien valore el riesgo debe hacer una evaluación de la exposición para establecer qué posibilidades existen de que las personas estén expuestas a la sustancia o sustancias peligrosas por inhalación, absorción a través de la piel o ingestión (por contaminación de la cadena alimentaria o directamente con los alimentos).

En lo que respecta a los intercambios comerciales, la autonomía exigiría el consentimiento voluntario y sin coacción de las partes. No obstante, difícilmente cabe pensar siquiera en unas circunstancias no coactivas ante la situación de necesidad económica de un país importador del mundo no desarrollado. El equivalente a este caso, es la norma ética actualmente aceptada que no permite la coacción a los participantes en investigación por medio del pago de algo más que los costes directos (p. ej., los salarios no percibidos) por el tiempo invertido en la participación en un estudio (CIOS 1993). Otras cuestiones éticas serían en este caso, por un lado, la verdad en presencia de incógnitas o de incertidumbre científica, y por otro, el principio de *caveat emptor* (¡cuidado, comprador!). El principio ético de no

maleficencia exige hacer más bien que mal. En este caso, las ventajas económicas a corto plazo de cualquier acuerdo comercial para aceptar residuos tóxicos debe sopesarse frente al efecto perjudicial a más largo plazo para el medio ambiente, la salud pública y, posiblemente, también para las generaciones futuras.

Por último, la justicia distributiva exige el reconocimiento por las partes que firman un acuerdo comercial de quién obtendrá las ventajas y quién cargará con los riesgos de cualquier trato. Las prácticas generalizadas en épocas pasadas de verter residuos y situar cementerios de residuos peligrosos en las comunidades de Estados Unidos sin medios para defenderse, han llevado al reconocimiento de lo que se denomina actualmente justicia o

racismo ambiental (Coughlin 1996). Además, hoy en día, son temas esenciales objeto de debate público en general, las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad y la integridad ambientales.

Agradecimientos: La Dra. Margaret-Ann Armour, del Departamento de Química de la Universidad de Alberta, facilitó bibliografía de gran utilidad sobre el tema del comercio de sustancias tóxicas, así como material procedente de la "Conferencia sobre residuos peligrosos" de la cuenca del Pacífico celebrada en noviembre de 1993 en la Universidad de Hawai.

La oficina de Greenpeace en Toronto, Ontario (Canadá), brindó una ayuda inestimable al facilitar ejemplares de las referencias bibliográficas de Greenpeace citadas en este artículo.

Referencias

- Angerer, J, B Heinzow, DO Reimann, W Knorz, G Lehnert. 1992. Internal exposure to organic substances in a municipal waste incinerator. *Int Arch Occup Environ Health* 64(4):265-273.
- Asante-Duah, DK, FK Saccomanno, JH Shortreed. 1992. The hazardous waste trade: Can it be controlled? *Environ Sci Technol* 26:1684-1693.
- Asociación Holandesa de Salud en el Trabajo. 1989. *Protocol Onderzoeksmethoden Micro-biologische Binnenlucht-verontreinigingen* [Métodos de investigación en polución biológica de aire de interior]. Informe de grupo de trabajo. La Haya, Países Bajos: Asociación Holandesa de Salud en el Trabajo.
- Beede, DE, DE Bloom. 1995. The economics of municipal solid waste. *World Bank Research Observer* 10(2):113-115.
- Belin, L. 1985. Health problems caused by actinomycetes and moulds in the industrial environment. *Allergy Suppl* 40:24-29.
- Bisesi, M, D Kudlinski. 1996. Measurement of airborne gram-negative bacteria in selected areas of a sludge dewatering building. Presentado en la Conferencia y Exposición de Higiene Industrial Americana, 20-24 mayo, Washington, DC.
- Botros, BA, AK Soliman, M Darwish, S el Said, JC Morrill, TG Ksiazek. 1989. Seroprevalence of murine typhus and fievre boutonneuse in certain human populations in Egypt. *J Trop Med Hyg* 92(6):373-378.
- Bourdouxhe, M, E Cloutier, S Guertin. 1992. *Étude des risques d'accidents dans la collecte des ordures ménagères*. Montreal: Institut de recherche en santé de la sécurité du travail.
- Bresnitz, EA, J Roseman, D Becker, E Gracely. 1992. Morbidity among municipal waste incinerator workers. *Am J Ind Med* 22 (3):363-378.
- Brophy, M. 1991. Confined space entry programs. *Water Pollution Control Federation Safety and Health Bulletin* (Spring):4.
- Brown, JE, D Masood, JI Couser, R Patterson. 1995. Hypersensitivity pneumonitis from residential composting: residential composter's lung. *Ann Allergy, Asthma & Immunol* 74:45-47.
- Clark, CS, R Rylander, L Larsson. 1983. Levels of gram-negative bacteria, *aspergillus fumigatus*, dust and endotoxin at compost plants. *Appl Environ Microbiol* 45:1501-1505.
- Cobb, K, J Rosenfield. 1991. *Municipal Compost Management Home Study Program*. Ithaca, Nueva York: Cornell Waste Management Institute.
- Cointreau-Levine, SJ. 1994. *Private Sector Participation in MSW Services in Developing Countries: The Formal Sector*, Vol. 1. Washington, DC: World Bank.
- Colombi, A. 1991. Riesgos para la salud en los trabajadores industriales de residuos desechos industriales (en italiano). *Med Lav* 82(4):299-313.
- Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH). 1989. *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment*. Cincinnati, Ohio: ACGIH.
- Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (COICM). 1993. *International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects*. Ginebra: CIOMS.
- Coughlin, SS. 1996. Environmental justice: The role of epidemiology in protecting unempowered communities from environmental hazards. *Sci Total Environ* 184:67-76.
- Cray, C. 1991. *Waste Management Inc.: An Encyclopedia of Environmental Crimes and Other Misdeeds*, 3ª edición (revisada). Chicago, Illinois: Greenpeace USA.
- Crook, B, P Bardos, J Lacey. 1988. Domestic waste composting plants as source of airborne microorganisms. En *Aerosols: Their Generation, Behavior and Application*, dirigido por WD Griffiths. Londres: Aerosol Society.
- Desbaumes, P. 1968. Estudio de los riesgos inherentes a las industrias de tratamiento de desechos y basuras (en francés). *Rev Med Suisse Romande* 88(2):131-136.
- Ducel, G, JJ Pitteloud, C Rufener-Press, M Bahy, P Rey. 1976. La importancia de la exposición bacteriana en los trabajadores sanitarios al recoger basuras (en francés). *Soz Preventivmed* 21(4):136-138.
- Emery, R, D Sprau, YJ Lao, W Pryor. 1992. Release of bacterial aerosols during infectious waste compaction: An initial hazard evaluation for healthcare workers. *Am Ind Hyg Assoc J* 53(5):339-345.
- Gellin, GA, MR Zavon. 1970. Occupational dermatoses of solid waste workers. *Arch Environ Health* 20(4):510-515.
- Greenpeace. 1993. *We've Been Had! Montreal's Plastics Dumped Overseas*. Greenpeace International Toxic Trade Report. Washington, DC: Greenpeace Public Information.
- . 1994a. *The Waste Invasion of Asia: A Greenpeace Inventory*. Greenpeace Toxic Trade Report. Washington, DC: Greenpeace Public Information.
- . 1994b. *Incineration*. Greenpeace Inventory of Toxic Technologies. Washington, DC: Greenpeace Public Information.
- Gustavsson, P. 1989. Mortality among workers at a municipal waste incinerator. *Am J Ind Med* 15(3):245-253.
- Heida, H, F Bartman, SC van der Zee. 1975. Occupational exposure and indoor air quality monitoring in a composting facility. *Am Ind Hyg Assoc J* 56(1):39-43.
- Johanning, E, E Olmsted, C Yang. 1995. Medical issues related to municipal waste composting. Presentado en la Conferencia y Exposición de Higiene Industrial Americana, 22-26 mayo, Kansas City, KS.
- Knop W. 1975. Seguridad en el trabajo en plantas incineradoras (en alemán) *Zentralbl Arbeitsmed* 25(1):15-19.
- Kramer, MN, VP Kurup, JN Fink. 1989. Allergic bronchopulmonary aspergillosis from a contaminated dump site. *Am Rev Respir Dis* 140:1086-1088.
- Lacey, J, PAM Williamson, P King, RP Barbos. 1990. *Airborne Microorganisms Associated with Domestic Waste Composting*. Stevenage, Reino Unido: Warren Spring Laboratory.
- Lundholm, M, R Rylander. 1980. Occupational symptoms among compost workers. *J Occup Med* 22(4):256-257.
- Malkin, R, P Brandt-Rauf, J Graziano, M Parides. 1992. Blood lead levels in incinerator workers. *Environ Res* 59(1):265-270.
- Malmros, P, P Jonsson. 1994. Wastes management: Planning for recycling workers' safety. *Waste Management & Resource Recovery* 1:107-112.
- Malmros, P, T Sigsgaard, B Bach. 1992. Occupational health problems due to garbage sorting. *Waste Management & Research* 10:227-234.
- Mara, DD. 1974. *Bacteriology for Sanitary Engineers*. Londres: Churchill Livingstone.
- Maxey, MN. 1978. Hazards of solid waste management: bioethical problems, principles, and priorities. *Environ Health Perspect* 27:223-230.
- Millner, PD, SA Olenchok, E Epstein, R Rylander, J Haines, J Walker. 1994. Bioaerosols associated with composting facilities. *Compost Science and Utilization* 2:3-55.
- Mozzon, D, DA Brown, JW Smith. 1987. Occupational exposure to airborne dust, respirable quartz and metals arising from refuse handling, burning and landfilling. *Am Ind Hyg Assoc J* 48(2):111-116.
- Nersting, L, P Malmros, T Sigsgaard, C Petersen. 1990. Biological health risk associated with resource recovery, sorting of recycle waste and composting. *Grana* 30:454-457.
- Paull, JM, FS Rosenthal. 1987. Heat strain and heat stress for workers wearing protective suits at a hazardous waste site. *Am Ind Hyg Assoc J* 48(5):458-463.
- Puckett, J, C Fogel. 1994. *A Victory for Environment and Justice: The Basel Ban and How It Happened*. Washington, DC: Greenpeace Public Information.
- Rahkonen, P, M Ettala, I Loikkanen. 1987. Working conditions and hygiene at sanitary landfills in Finland. *Ann Occup Hyg* 31(4A):505-513.
- Robazzi, ML, E Gir, TM Moriya, J Pessuto. 1994. El servicio de recogida de basuras: riesgos profesionales contra efectos dañinos para la salud (en portugués). *Rev Esc Enferm USP* 28(2):177-190.
- Rosas, I, C Calderon, E Salinas, J Lacey. 1996. Airborne microorganisms in a domestic waste transfer station. En *Aerobiology*, dirigido por M Muilenberg y H Burge. Nueva York: Lewis Publishers.
- Rummel-Bulska, I. 1993. The Basel Convention: A global approach for the management of hazard-

- ous wastes. Trabajo presentado en la Conferencia de la Cuenca del Pacífico sobre Residuos Peligrosos, Universidad de Hawaii, Noviembre.
- Salvato, JA. 1992. *Environmental Engineering and Sanitation*. Nueva York: John Wiley and Sons.
- Schilling, CJ, IP Tams, RS Schilling, A Nevitt, CE Rossiter, B Wilkinson. 1988. A survey into the respiratory effects of prolonged exposure to pulverised fuel ash. *Br J Ind Med* 45(12):810-817.
- Shrivastava, DK, SS Kapre, K Cho, YJ Cho. 1994. Acute lung disease after exposure to fly ash. *Chest* 106(1):309-311.
- Sigsgaard, T, A Abel, L Donbk, P Malmros. 1994. Lung function changes among recycling workers exposed to organic dust. *Am J Ind Med* 25:69-72.
- Sigsgaard, T, B Bach, P Malmros. 1990. Respiratory impairment among workers in a garbage-handling plant. *Am J Ind Med* 17(1):92-93.
- Smith, RP. 1986. Toxic responses of the blood. En *Casarett and Doull's Toxicology*, dirigido por CD Klaassen, MO Amdur y J Doull. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Soskolne, C. 1997. International transport of hazardous waste: Legal and illegal trade in the context of professional ethics. *Global Bioethics* (septiembre/octubre).
- Southam News. 1994. Export ban on toxic waste proposed. *Edmonton Journal* (9 marzo):A12.
- Spinaci, S, W Arossa, G Forconi, A Arizio, E Concina. 1981. Prevalencia de las obstrucciones bronquiales funcionales e identificación de grupos de riesgo en una población de trabajadores industriales (en italiano). *Med Lav* 72(3):214-221.
- Van der Werf, P. 1996. Bioaerosols at a Canadian composting facility. *BioCycle* (septiembre): 78-83.
- Vir, AK. 1989. Toxic trade with Africa. *Environ Sci Technol* 23:23-25.
- Weber, S, G Kullman, E Petsonk, WG Jones, S Olenchok, W Sorensen. 1993. Organic dust exposures from compost handling: Case presentation and respiratory exposure assessment. *Am J Ind Med* 24:365-374.
- Wilkenfeld, C, M Cohen, SL Lansman, M Courtney, MR Dische, D Pertsemilidis, LR Krakoff. 1992. Heart transplantation for end-stage cardiomyopathy caused by an occult pheochromocytoma. *J Heart Lung Transplant* 11:363-366.