

SEGURIDAD y Medio Ambiente

Año 34 N° 134 Segundo trimestre 2014

FUNDACIÓN MAPFRE



Protección de suelos forestales quemados

- Evaluación de la radiosensibilidad del personal sanitario
- Cero accidentes: es posible ● Nueva normativa de transporte de mercancías peligrosas por carretera ● Minería urbana: extracción de recursos de los vertederos

CURSOS E-LEARNING DE ESPECIALIZACIÓN

FUNDACIÓN MAPFRE presenta su catálogo de cursos en modalidad e-learning en el área de prevención. Tras la superación del curso, se obtendrá diploma acreditativo expedido por la Universidad Pontificia de Salamanca (6 ECTS):

- Evaluación y prevención de riesgos psicosociales.
- Formación de formadores en seguridad.
- Riesgo biológico: criterios de actuación.
- Sistemas de gestión de la PRL: OHSAS.

Más información y becas:
+34 91 602 52 21



UNIVERSIDAD PONTIFICIA
DE SALAMANCA

FUNDACIÓN MAPFRE

www.fundacionmapfre.org





Illustration Stock

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Revista de FUNDACIÓN MAPFRE
Antigua revista MAPFRE SEGURIDAD

Dirección, redacción, publicidad y edición:

FUNDACIÓN MAPFRE

Área de Salud y Prevención

Paseo de Recoletos, 23

28004 Madrid

Tel.: 915 812 603. Fax: 915 816 070

www.seguridadymedioambiente.com

Director:

Antonio Guzmán Córdoba

Coordinador:

Óscar Picazo Ruiz

Consejo de Redacción:

José Manuel Álvarez Zárate,

Fernando Camarero Rodríguez,

Antonio Cirujano González,

Luz García Cajete,

Eduardo García Mozos,

Ignacio Juárez Pérez,

Julián Labrador San Romualdo,

Raquel Manjón Cembellín,

Miguel Ángel Martín Sánchez,

Beatriz Ramos Alonso,

Marisol Revilla Guzmán,

Juan Satrústegui Marcos,

Pedro Soria García-Ramos.

Diseño y realización:

Consultores de Comunicación

y Marketing del Siglo XXI S.L. COMARK XXI

direccion@comarkxxi.com

Imprime:

C.G.A.

Fotomecánica:

Lumimar

Publicación Trimestral: 4 números al año

Depósito legal: TO-0163-2008

ISSN: 1888-5438



FUNDACIÓN MAPFRE no se hace responsable del contenido de ningún artículo, y el hecho de que patrocine su difusión no implica conformidad con los trabajos expuestos en estas páginas. Está autorizada la reproducción de artículos y noticias, previa notificación a FUNDACIÓN MAPFRE y citando su procedencia.

No bajemos la guardia

Se acerca el periodo vacacional, y no está de más recordar algo que aunque repetimos todos los años, sigue siendo necesario a la vista de las cifras de accidentalidad que se registran.

Con las vacaciones tiene lugar un cambio en los hábitos y rutinas, el entorno en el que vivimos, el lugar de residencia, en definitiva, cambia completamente nuestro entorno y nuestras costumbres. Esto puede hacer que no valoremos de forma adecuada los riesgos que podrían materializarse en un daño para la salud. Especialmente vulnerables son los niños y los mayores.

La Comisión Europea indica que cada verano hay unos 200.000 accidentes en piscinas y unos 50.000 relacionados con deportes acuáticos. Entre los niños, el ahogamiento es la segunda causa de muerte. No en vano, el pasado año se despertó auténtica alarma social por la cifra de ahogamientos, que tuvo una gran repercusión en los medios.

Pero no solo el entorno estival favorece estos accidentes. El estudio de Detección de Accidentes Domésticos y de Ocio (DADO) publicado por el Instituto Nacional de Consumo muestra que los niños de entre 0 y 14 años sufren más de 450.000 accidentes cada año. La Unión Europea señala que mueren cada año más niños por lesiones que por la suma de todas las enfermedades infantiles.

Fruto de esta preocupación, hemos presentado recientemente el informe Ac-

identes infantiles en la población española, que FUNDACIÓN MAPFRE ha elaborado en colaboración con la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPAP).

Este estudio se ha basado en la recogida de 1.700 cuestionarios por más de 200 pediatras de atención primaria en España. Se incluyeron en el mismo los niños que tuvieron al menos un accidente en los 12 meses previos, excluidos los de tráfico.

Entre las muchas conclusiones de este trabajo, se desprende que las intoxicaciones y caídas son la causa de la mayor parte de accidentes entre los niños menores de 2 años, mientras que los atragantamientos, ahogamientos y quemaduras lo son para los niños de entre 2 y 4 años. Además, 6 de cada 10 accidentes se producen fuera del domicilio.

Con objeto de prevenir estos accidentes, FUNDACIÓN MAPFRE y AEPAP han elaborado un decálogo con consejos para la prevención de accidentes. Este decálogo puede ser un buen punto de partida para revisar la seguridad durante nuestras vacaciones. Tanto el informe como el decálogo pueden descargarse de forma gratuita en nuestra web www.fundacionmapfre.org

Y no queremos dejar de mencionar los incendios forestales, que esperemos den un respiro tras el desastroso comienzo del año, donde hasta el mes de mayo se han quemado tres veces más hectáreas que en todo 2013. ♦

Cada año mueren más niños por lesiones en accidente que la suma de todas las enfermedades infantiles, según datos de la UE

SEGURIDAD y Medio Ambiente



MEDIO AMBIENTE

6 Técnicas de protección de suelos forestales quemados

DESPUÉS DEL FUEGO. Informe sobre las posibilidades que ofrece la técnica del alfombrado de paja o *mulching* en la recuperación de la calidad del suelo vegetal tras un incendio.

HIGIENE INDUSTRIAL

14 Radiosensibilidad en el personal expuesto a radiaciones ionizantes

PREVENCIÓN. Estudio sobre el nuevo biomarcador citogenético test G2 para evaluar la radiosensibilidad individual del personal sanitario en actos de tratamiento o diagnóstico médico con radiaciones.



SEGURIDAD

26 Cero accidentes: una meta alcanzable

SIN SINIESTROS. La empresa Saint Gobain Placo desarrolla una estrategia de seguridad que permite mantener desde 2011 el hito de cero accidentes en todos sus centros de producción, delegaciones comerciales y oficinas centrales.

SEGURIDAD

36 Nueva normativa sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera

REAL DECRETO 97/2014. Estudio sobre la actualización de la legislación española en la materia, que transpone al ordenamiento nacional las normas vigentes en la Unión Europea.



MEDIO AMBIENTE

44 El potencial de la minería urbana en España



LANDFILL MINING. Informe sobre las posibilidades que ofrece la recuperación de materiales residuales depositados en vertederos para su uso posterior como materiales secundarios.

NOTICIAS

58 Área de Salud y Prevención



Acto de entrega de los Premios Sociales FUNDACIÓN MAPFRE 2013.

Estudio de FUNDACIÓN MAPFRE y AEPap sobre accidentes de la población infantil española.

Finalización de la campaña También en Galicia, Cada Gota Cuenta.

Presentación de la campaña CuidadoSOS en Mérida, dirigida a más de 6.500 escolares extremeños.

Presentación en Valladolid de la campaña Con Mayor Cuidado, con talleres y materiales renovados.

Jornada de FUNDACIÓN MAPFRE y el SEPRONA sobre gestión y prevención de incendios forestales.

Arranca la tercera edición de la campaña de prevención de incendios en Perú.

Acuerdo de colaboración con Ecuador para celebrar en ese país la campaña de prevención de incendios.

Campaña escolar en 30 centros educativos de Aragón para prevenir los incendios forestales.

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

66 BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Selección de legislación publicada sobre seguridad laboral y medio ambiente en España.

66 DIARIO OFICIAL DE LA COMUNIDAD. La normativa sobre seguridad y medio ambiente en la Comunidad Europea.

68 NORMAS EA, UNE, CEI EDITADAS. Normativa de sectores profesionales.

AGENDA

70 CALENDARIO DE CONGRESOS Y SIMPOSIOS.

Después de un incendio existen diversas técnicas de emergencia para proteger y recuperar los suelos y acelerar la regeneración natural de la vegetación forestal, como siembra de herbácea y cobertura del suelo con restos vegetales y fajinadas, entre otras. En este trabajo se presenta la técnica del alfombrado (*mulching*) con heno o paja, considerada por los estudios más recientes como la más fiable y efectiva de todas, aunque las dificultades técnicas y económicas pueden limitar su aplicación a gran escala.



OPTIMIZACIÓN de técnicas de protección *de suelos forestales quemados*

Por **SERAFÍN GONZÁLEZ-PRieto**. Doctor en Biología e Investigador Científico. **MONTserrat DÍAZ-Raviña**. Doctora en Biología e Investigador Científico. **Mª XESÚS GÓMEZ-REY**. Doctora en Biología e Investigadora contratada. **ÁNGELA MARTÍN**. Doctora en Química y Titulado Superior Especializado. **ANA BARREIRO, ALBA LOMBAO y MARÍA FERNÁNDEZ**. Licenciadas en Biología y Doctorandas. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (CSIC), Santiago de Compostela.

Los incendios ocasionan elevados daños económicos y ecológicos, que se agravan cuando su recurrencia impide que se recupere la vegetación, agravando la degradación y erosión del suelo. Los incendios modifican la disponibilidad de los nutrientes para los organismos vivos, tanto la de los que se necesitan en mayores cantidades o

macronutrientes (nitrógeno, calcio, magnesio, potasio y fósforo), como la de los denominados micronutrientes o elementos traza porque son necesarios para la vida en cantidades mucho más reducidas (hierro, manganeso, cobre, zinc, cobalto, boro y molibdeno).

Con frecuencia los incendios provocan importantes pérdidas de nitrógeno



Los incendios modifican la disponibilidad de los nutrientes para los organismos vivos, tanto la de los que se necesitan en mayores cantidades o macronutrientes, como la de los denominados micronutrientes o elementos traza

por volatilización y alteran el ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta. La disponibilidad de calcio, magnesio, potasio y fósforo suele aumentar transitoriamente tras el incendio, pero este incremento depende del nutriente, la vegetación quemada y las propiedades del suelo, pudiéndose perder gran parte de ellos por lavado con las lluvias, erosión hídrica o eólica, o porque la vegetación no se recupera con la suficiente rapidez para aprovecharlos.

En cuanto a los micronutrientes o elementos traza, su comportamiento con respecto al fuego no se conoce bien y ello pese a su gran importancia pues, dependiendo de su disponibilidad, pueden producirse carencias o toxicidades en los organismos vivos.

Por otra parte, además de destruir la cubierta vegetal protectora, los incendios disminuyen la agregación del suelo y la estabilidad de los agregados frente al agua, aumentando el riesgo de erosión, que se correlaciona negativamente con la cobertura vegetal.

Para reducir la erosión en áreas severamente afectadas por el fuego, es habitual en algunos países aplicar técnicas de emergencia para proteger y recuperar los suelos y acelerar la regeneración natural de la vegetación forestal. Los tratamientos habituales son la siembra de herbáceas, cobertura del suelo con restos vegetales y fajinadas, que presentan la mejor relación coste/beneficio, aunque existen muy pocos estudios científicos en los que se haya probado su efi-

cacia en condiciones de campo. Según los estudios más recientes, la técnica más fiable y efectiva en la zona templado húmeda es la de cobertura del suelo con paja, pero las dificultades técnicas y económicas pueden limitar su aplicación a gran escala y a las dosis medio-altas utilizadas en estas experiencias (250 g m^{-2} ; 2.500 kg ha^{-1}).

Por todo ello, se desarrolló la presente investigación con dos objetivos principales. El primero es determinar la dosis óptima de aplicación de *mulching* de paja a suelos quemados, de acuerdo con criterios económicos y de eficacia en el control de las pérdidas de suelo. El segundo objetivo es evaluar si este tratamiento juega un papel positivo o no en la recuperación de la calidad del suelo (propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas), pues los estudios referentes al efecto de técnicas de protección y recuperación de suelos forestales quemados sobre sus propiedades bioquímicas y microbiológicas son escasos, y ello a pesar de que tanto la disponibilidad de nutrientes como la diversidad de los microorganismos del suelo son esenciales para el funcionamiento de todo el ecosistema.

Materiales y metodología

Se seleccionó una ladera sobre pizarras grises, de elevada pendiente (33-38 por ciento) y afectada con severidad medio-alta por el incendio forestal de Escairón en septiembre de 2012 (Saviñao, Lugo). En una superficie suficientemente homogénea y amplia (1,3 ha) se establecieron 12 parcelas experimentales (40 m de longitud a lo largo de la línea de pendiente y 10 m de anchura) necesarias para los distintos tratamientos del suelo (4 réplicas): SQ, suelo quemado; SQA, suelo quemado con 200 g m⁻² de paja en la mitad superior de la parcela (dosis global = 1.000 kg ha⁻¹); SQF, suelo quemado con 200 g m⁻² de paja en dos franjas alternas intermedias de 8 m de longitud (dosis global = 800 kg ha⁻¹).

En cada parcela se instalaron barreras laterales de geotextiles, la inferior de las

cuales actuó como colector de los sedimentos erosionados, que se recogieron periódicamente. En todas las parcelas se muestreó el suelo (capa 0-2,5 cm) después del incendio y antes de aplicar los tratamientos (tiempo 0) y al cabo de 3, 6, 9 y 12 meses del incendio. En las parcelas con tratamiento con paja en parte de la superficie se muestreó separadamente el suelo en las zonas cubiertas con paja (SQAP y SQFP) y en las zonas sin paja (SQA y SQF).

Tanto en los suelos como en los sedimentos erosionados se analizaron el pH en H₂O y KCl, el carbono y nitrógeno total, la abundancia natural de ¹³C y ¹⁵N, el nitrógeno inorgánico y un total de 13 macronutrientes o elementos traza asimilables (aluminio, boro, calcio, cobalto, cobre, fósforo, hierro, magnesio, manganeso, molibdeno, potasio, sodio y zinc). En los suelos se analizaron ade-

más la capacidad de retención de agua, la estabilidad estructural, la conductividad eléctrica, el carbono hidrosoluble y de la biomasa microbiana, actividades enzimáticas generales y específicas de los ciclos de carbono, nitrógeno y fósforo y la estructura de la comunidad microbiana.

Análisis y discusión de los resultados obtenidos

Los datos provisionales disponibles indican que las tasas de erosión durante el primer año post-incendio fueron bajas en todas las parcelas, con o sin tratamiento de estabilización, debido a las suaves condiciones meteorológicas, sin intensas precipitaciones que pudiesen desencadenar fuertes eventos erosivos



Parcelas experimentales seleccionadas para los distintos tratamientos de suelo tras el incendio forestal de Escairón (Lugo) en 2012.



Arriba y abajo, alfombrado con paja en los suelos de las parcelas seleccionadas tras el incendio.



pese a tratarse de una zona de elevada pendiente quemada con severidad medio-alta.

pH y capacidad de almacenamiento de agua

La capacidad de retención de agua de los suelos en general disminuyó significativamente a lo largo del periodo de estudio, que explicó la mitad de la varianza, y resultó independiente del tratamiento aplicado al suelo, lo cual en gran medida podría deberse a la alteración de la estructura del suelo por el fuego y la erosión post-incendio.

El pH de los suelos aumentó transitoriamente a los tres meses del incendio debido a la infiltración de cationes básicos desde la capa de cenizas y luego disminuyó cuando dichos cationes fueron lavados por las precipitaciones invernales, de tal modo que el tiempo transcurrido desde el incendio explicó la mayor parte de su variación, mientras que ni el tratamiento ni la interacción tiempo-tratamiento tuvieron efectos significativos. Al igual que en los suelos, el pH de los sedimentos no estuvo influenciado por el tratamiento y sí por el tiempo transcurrido desde el incendio (dos tercios de la varianza explicada). (Figura 1)

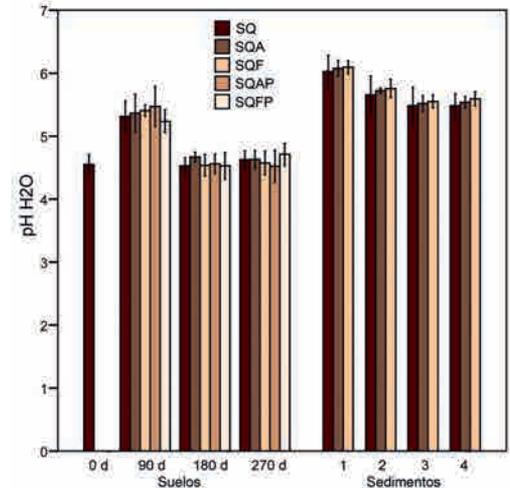


Figura 1. Evolución tras el incendio del pH en suelos y sedimentos.

Materia orgánica

El contenido total de carbono orgánico de los suelos no se vio afectado significativamente por los tratamientos aplicados al suelo quemado tras el fuego pero sí por el tiempo transcurrido desde el incendio, aunque solo explicó un quinto de la varianza. La tendencia a disminuir el contenido en carbono de los suelos observada durante el periodo de estudio se debe seguramente a las pérdidas por erosión post-incendio. Por su parte, la abundancia natural de ^{13}C no resultó afectada por el tratamiento ni por el tiempo transcurrido desde el incendio.

De las cuatro fracciones lábiles de la materia orgánica analizadas, sólo los hidratos de carbono solubles en H_2O a 22°C y a 80°C (que son las más fácilmente disponibles para los microorganismos del suelo y las más relacionadas con la estabilidad de los agregados del suelo, respectivamente) resultaron afectados por el tiempo transcurrido desde el incendio, aunque el efecto de este fue reducido (12-15 por ciento de la varianza explicada), mientras que los tratamientos aplicados al suelo tras el incendio no afectaron a ninguna de las fracciones lábiles de la materia orgánica. (Figura 2)

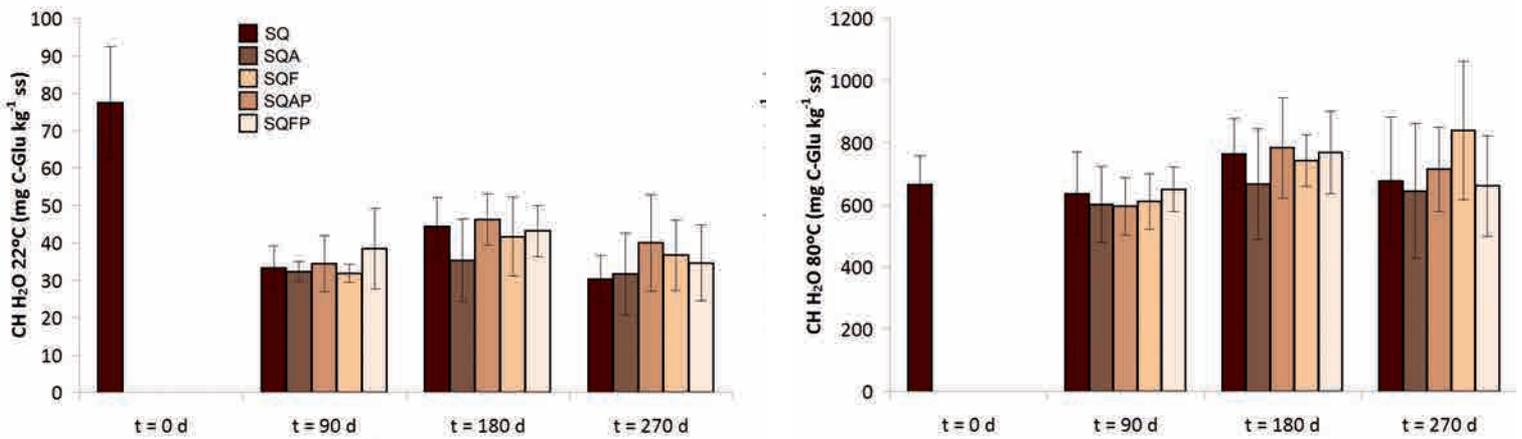


Figura 2. Evolución tras el incendio de los hidratos de carbono hidrosoluble a 22 °C y 80 °C.

El contenido en nitrógeno total y la abundancia natural de ¹⁵N en suelos y sedimentos no resultó afectado por el tratamiento, aunque sí por el tiempo transcurrido desde el incendio, que explicó, respectivamente, un 19-32 por ciento de la varianza. La disminución del N total del suelo debido a la erosión post-incendio se reflejó en que, con respecto al suelo, los sedimentos están siempre enriquecidos en nitrógeno total y empobrecidos en el isótopo pesado ¹⁵N, indicando que en su composición entra una fracción sustancial de restos vegetales más o menos carbonizados.

Macronutrientes

En los suelos, el contenido en amonio estuvo influenciado tanto por el tiempo transcurrido desde el incendio como por el tratamiento (un tercio de la varianza explicada cada uno), mientras que los niveles de nitratos sólo se vieron afectados por el tratamiento (22 por ciento de la varianza explicada) y la interacción entre ambos factores no resultó relevante para ninguna de las fracciones de nitrógeno inorgánico, que tienden a disminuir progresivamente después del incremento debido al incendio. En el caso de los sedimentos, los resultados fueron ligeramente diferentes pues el trata-



miento no tuvo efecto significativo sobre los niveles de amonio y su impacto sobre los de nitrato fue algo menor. Sin embargo, la influencia del tiempo transcurrido desde el incendio fue muy superior, explicando un 57 por ciento de la varianza de los nitratos y un 83 por ciento de la del amonio.

Mientras que el tratamiento sólo explicó una pequeña fracción de la varianza del potasio en los suelos (16 por ciento), el tiempo transcurrido desde el incendio explicó entre un cuarto y un tercio de la

La técnica de *mulching* con heno o paja sobre los suelos quemados es una buena opción cuando el riesgo hidrológico es elevado

variación de los contenidos en sodio y zinc, en torno a la mitad en el caso de calcio, magnesio y fósforo y dos tercios en el del potasio.

Por su parte, las ANOVAS de dos vías realizadas con los datos de macronutrientes en los sedimentos arrastrados con los cuatro primeros eventos erosivos indican que el efecto de la fecha de muestreo (es decir, el tiempo transcurrido desde el incendio) es más intenso y generalizado que el del tratamiento. Aunque también débilmente (13-22 por ciento de la varianza explicada), el tratamiento afectó no solo al contenido de potasio, sino también al de fósforo. En los sedimentos, el efecto del tiempo desde el incendio sobre los niveles de macronutrientes fue mayor que el observado en el caso de los suelos y, además, generalizado a todos los elementos, explicando entre un tercio y un medio de las varianzas de calcio, sodio y fósforo, y más de tres cuartas partes de la variación de potasio y magnesio. (Figura 3)

Elementos traza

En tanto que en los suelos el tratamiento no influyó significativamente en el contenido de ningún elemento traza, en los sedimentos explicó una pequeña parte (14-22 por ciento) de la varianza de los niveles de aluminio y cobre.

Los resultados para suelos y sedimentos también fueron dispares en cuanto a la influencia del tiempo transcurrido desde el incendio, que para los primeros explicó un 36 por ciento de la varianza del zinc y un 96 por ciento de la del boro, mientras que en el caso de los segundos influyó en todos los elementos traza con excepción del cobre, explicando una fracción de sus varianzas que aumenta en el

orden: cobalto (18 por ciento), boro, hierro y aluminio (34-41 por ciento), molibdeno y manganeso (47-51 por ciento), y zinc (77 por ciento).

Biomasa y actividad microbiana

El carbono de la biomasa microbiana estuvo muy influenciado por el tiempo transcurrido tras el incendio (que explicó dos tercios de la varianza), mientras que el tratamiento sólo explica un mar-



Latinstock

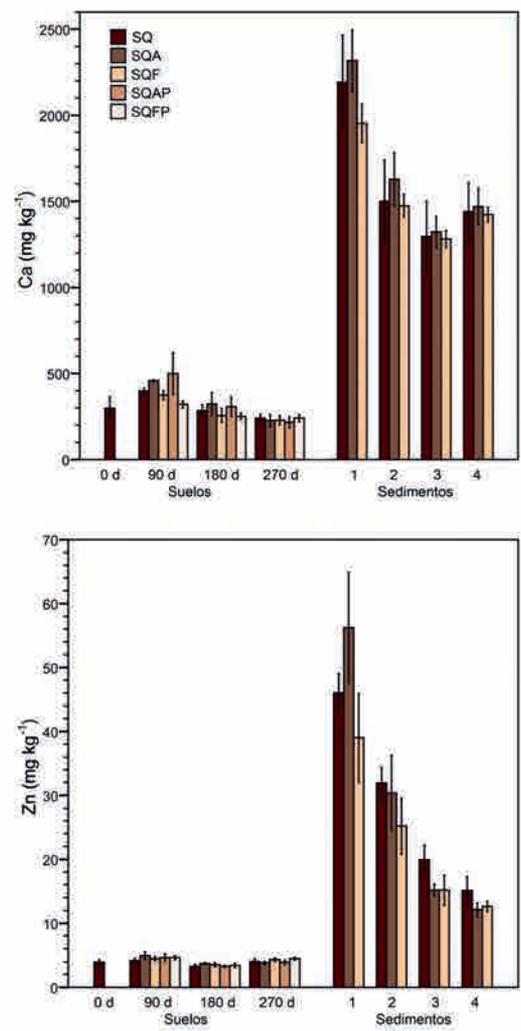


Figura 3. Evolución tras el incendio de los niveles de calcio y zinc extraíbles en suelos y sedimentos.

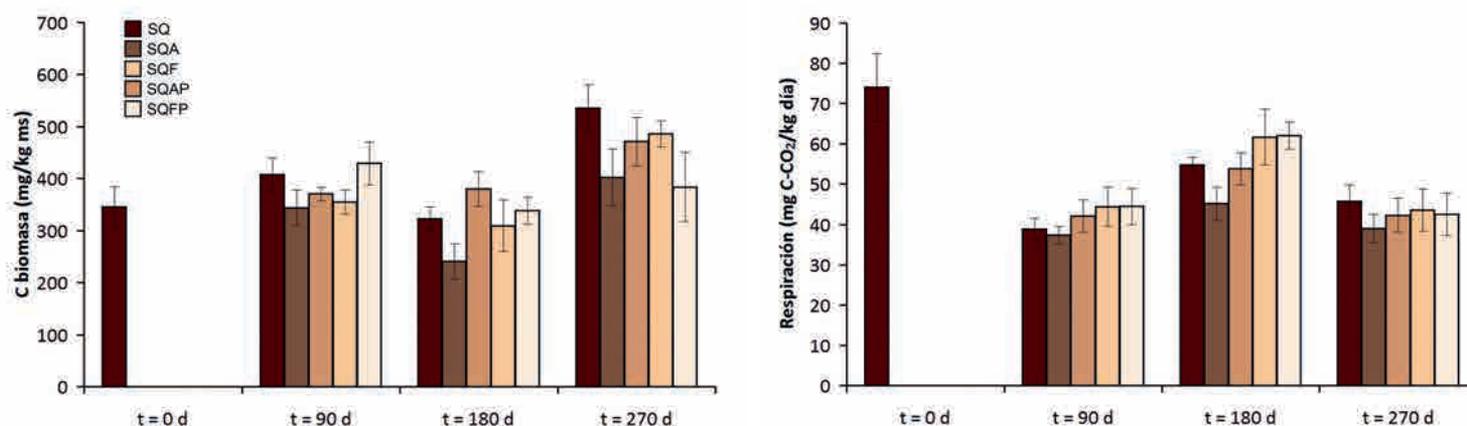


Figura 4. Evolución tras el incendio del carbono y la respiración de la biomasa microbiana del suelo.

ginal 5 por ciento de la variación de los datos. Por el contrario, no se detectaron efectos de las variables estudiadas sobre el carbono extraíble.

La respiración del suelo, que mide la actividad metabólica global de todos los microorganismos del suelo, no resultó afectada por el tratamiento y sí por el tiempo transcurrido desde el incendio, que explicó un 36 por ciento de la varianza. Un resultado similar se observó en el caso de las actividades enzimáticas de los ciclos del carbono (glucosidasa) y del nitrógeno (ureasa), pues el tiempo desde el incendio explicó, respectivamente, un 62 por ciento y un 39 por ciento de sus varianzas. Por el contrario, la medida de la actividad bacteriana resultó afectada tanto por el tiempo transcurrido desde el incendio como por el tratamiento (32 por ciento y 16 por ciento de la varianza explicada, respectivamente). (Figura 4)

Conclusiones

A las dosis empleadas en el presente estudio y en los precedentes realizados por el mismo equipo (800-2.500 kg ha⁻¹), el alfombrado (*mulching*) con heno o paja de los suelos quemados no afecta a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, excepto a los niveles de amonio y nitratos. Este resultado sugiere un aumento de la inmovilización neta de amonio y nitratos bajo la paja que, no obstante, re-

sultaría positiva para reducir las pérdidas de un nutriente tan esencial como el nitrógeno y ayudar a retener dentro del sistema suelo-planta la elevada cantidad de nitrógeno inorgánico provocada por la combustión de la vegetación y la materia orgánica. La aplicación de heno o paja, además, promueve a corto plazo (3-6 meses) la implantación de una cubierta vegetal de herbáceas gracias a las semillas que aporta, sin que ello dificulte a medio plazo (6-12 meses) la regeneración natural de la vegetación.

A la vista de los resultados obtenidos, se considera necesario incorporar esta técnica a la lucha integral contra los incendios forestales cuando el riesgo hidrológico erosivo sea elevado debido a

la severidad del fuego sobre el suelo y la vegetación, a la topografía del terreno y al régimen de lluvias. En los estudios previos las dosis de 2.000-2.500 kg ha⁻¹ han resultado ampliamente suficientes en condiciones de fuerte erosividad; en la presente investigación, las dosis de 800-1.000 kg ha⁻¹ han resultado satisfactorias en las condiciones de moderada erosividad del año 2013 en la zona de estudio, pero habría que confirmar si resultan igualmente satisfactorias en un año de intensas precipitaciones. ♦

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado gracias a una ayuda a la investigación concedida por FUNDACIÓN MAPFRE.

Referencias

- [1] Birot, Y. 2009. Convivir con los incendios forestales: lo que nos revela la ciencia. EFI Discussion Paper. European Forest Institute, Finland.
- [2] Cerdà, A., Robichaud, P.R. 2009. Fire effects on soils and restoration strategies. Land Reconstruction and Management. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- [3] Carballas, T. 1997. Effects of fires on soil quality. Biochemical aspects. En «Forest fire risk and management» (P. Balabanis, G. Eftichidis and R. Fantech, eds.), pp. 249-261. European Commission, Brussels, Belgium.
- [4] Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143(1), 1-10.
- [5] Díaz-Raviña, M., Martín, A., Barreiro, A., Lombao, A., Iglesias, L., Díaz-Fierros, F., Carballas, T. 2012. Mulching and seeding treatments for post-fire soil stabilisation in NW Spain: Short-term effects and effectiveness. *Geoderma* 191: 31-9.
- [6] Fernández, C., Vega, J.A., Jiménez, E., Fontúrbel, T. 2011. Effectiveness of three post-fire treatments at reducing soil erosion in Galicia (NW Spain). *International Journal of Wildland Fire* 20, 104-114.
- [7] Gómez-Rey, M.X., Couto-Vázquez, A., García-Marco, S., Vega, J.A., González-Prieto, S.J. 2012. Reduction of nutrient losses with eroded sediments by post-fire soil stabilization techniques. *International Journal of Wildland Fire* 22, 696-706.
- [8] Vega, J.A., Fernández, C., Fontúrbel, T. 2005. Throughfall, runoff and soil erosion after prescribed burning in gorse shrubland in Galicia (NW Spain). *Land Degradation and Development* 16, 37-51.



CAMPAÑA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

CON MAYOR CUIDADO tiene como objetivo la prevención de accidentes en el colectivo de los mayores con el fin de mantener su independencia y autonomía personal, promoviendo hábitos preventivos en su vida cotidiana que ayuden a evitar accidentes y le permitan conocer cómo actuar ante determinadas situaciones tras sufrir un accidente.

Si desea consultar la documentación de la campaña o precisa más información:
www.conmayorcuidado.com
+34 91 602 52 21



FUNDACIÓN MAPFRE

www.fundacionmapfre.org

Evaluación de la **RADIOSENSIBILIDAD** del *personal sanitario*

EN PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO O DIAGNOSTICO MÉDICO CON RADIACIONES

La identificación de la radiosensibilidad individual en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes es un objetivo de gran relevancia para la prevención y protección contra los efectos adversos de la radiación desde el punto de vista de la salud y la seguridad ocupacional. Este estudio pretende ensayar y validar un nuevo biomarcador citogenético llamado test G2, que permita evaluar la radiosensibilidad individual del personal sanitario en procedimientos de tratamiento o diagnóstico médico con radiaciones ionizantes. Además, se pretende evaluar el estado antioxidante-oxidante, mediante diversos biomarcadores de estrés oxidativo y capacidad antioxidante. Ambos tipos de biomarcadores serán una herramienta más dentro de las medidas preventivas ya instauradas frente al riesgo de exposición a radiaciones ionizantes.





Por **ALEGRÍA MONTORO**. Doctora en Ciencias Biológicas. Titulada Superior Bióloga. Responsable Laboratorio de Dosimetría Biológica del Servicio de Protección Radiológica (SPR). Grupo de Investigación Biomédica en Imagen GIBI230. IISLAFE. (montoro_ale@gva.es). **NATIVIDAD SEBASTIÀ**. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Investigadora del Instituto de Investigación Sanitaria La Fe (IISLAFE). **REGINA RODRIGO**. Doctora en Ciencias Biológicas, Grupo Enfermedades Neurosensoriales, Instituto de Investigación Sanitaria La Fe, Valencia. **DAVID HERVÁS**. Licenciado en Biología. Responsable Bioestadística del IISLAFE. **ÓSCAR ALONSO NACHER**. Médico. Responsable Sección Vigilancia Médica del SPR. **LAURA MARTÍ, ESTHER JAMBRINA, ANA SARRIAS**. Estudiantes en prácticas de la Facultad de Ciencias Biológicas. **JOSÉ PÉREZ-CALATAYUD**. Doctor en Ciencias Físicas. Jefe de Sección de Radiofísica del Servicio de Radioterapia. **TERESA GARCÍA**. Licenciada en Ciencias Físicas. Facultativa Especialista en Radiofísica. Sección de Radiofísica del Servicio de Radioterapia. **PILAR GRAS**. Doctora en Ciencias Físicas. Facultativa Especialista en Radiofísica del SPR. **JUAN IGNACIO VILLAESCUSA**. Doctor en Ciencias Físicas. Facultativo Especialista en Radiofísica y Jefe del Servicio de SPR. Grupo de Investigación Biomédica en Imagen GIBI230. IISLAFE. **JOSÉ MIGUEL SORIANO**. Doctor en Farmacia. Profesor Titular del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universitat de València. **ZACARÍAS LEÓN**. Doctor en Ciencias Químicas. Responsable Unidad Analítica del IISLAFE.

La radiosensibilidad es la respuesta de un sistema biológico frente a la radiación. En los seres humanos se ha observado un rango de variación en la frecuencia y severidad de los efectos que presentan tras una exposición a radiaciones, la cual se debe a diferencias individuales en su radiosensibilidad. Estas diferencias individuales pueden ser debidas a una componente genética, al estado de la microvasculatura (diabetes, senescencia, aterosclerosis) o a las alteraciones de la respuesta inmune (lupus eritematoso, esclerodermia, dermatomiositis).

Existe un sector laboral, los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, en el cual la identificación de la radiosensibilidad individual es un objetivo



Figura 1. Roturas cromosómicas después de 1 Gy de rayos γ visualizadas en una metafase de linfocitos de sangre periférica humana, a) G2 convencional, b) G2 aplicando la eliminación del punto de control mediante la cafeína (las flechas señalan las roturas o ctb).

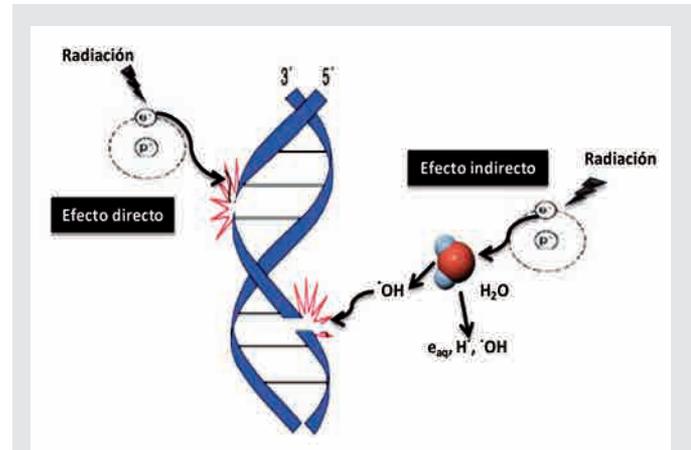


Figura 2. Representación del efecto directo e indirecto de la radiación ionizante sobre el ADN.

de gran relevancia para la prevención y protección contra los efectos adversos de la radiación desde el punto de vista de la salud y la seguridad ocupacional, ya que la radiosensibilidad celular está relacionada con la predisposición al cáncer. Uno de los campos donde la evaluación de la radiosensibilidad individual resultaría de gran valor es, por ejemplo, en la radiología intervencionista.

En los últimos años se han obtenido evidencias que apoyan la hipótesis de que determinadas variantes génicas juegan un papel importante en la respuesta a la radiación, siendo un factor determinante y predictivo de la radiosensibilidad individual y del desarrollo de efectos adversos tras la exposición a radiaciones ionizantes⁽¹⁾. Estas variantes pueden analizarse mediante estudios moleculares de variantes alélicas en genes implicados en la reparación del ADN o bien mediante análisis citogenéticos que evalúan el daño cromosómico en determinadas fases del ciclo celular. En el segundo caso, la evaluación del daño cromosómico (en forma de roturas de cromátida, fig. 1) en la fase G2 del ciclo celular (la fase más radiosensible del ciclo celular) como biomarcador de la exposición a radiaciones ionizantes resulta de especial

interés; dicha técnica es conocida como «ensayo en fase G2».

Su aplicación en la evaluación de la radiosensibilidad se basa en que la variación en el número de roturas de cromátida ha sido correlacionada por varios estudios con la variación de la radiosensibilidad y la predisposición al cáncer^(2,3) y el método inicial, mejorado por Pantelias y Terzoudi⁽⁴⁾, ha sido validado en pacientes con radiosensibilidad confirmada, como son los casos del síndrome de Ataxia Telangiectasia^(5,6). Por consiguiente, se ha reconocido en el ámbito científico que el parámetro de radiosensibilidad obtenido del ensayo en fase G2 puede ser usado para evaluar la radiosensibilidad individual y la predisposición al cáncer, ya que éste refleja diferencias intraindividuales en mutaciones específicas o polimorfismos en genes que controlan la capacidad de reparación del daño en el ADN y la activación del punto de control en la fase G2 después de la irradiación.

Por otro lado, en los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes existen determinados parámetros que pueden verse alterados, como es el estado antioxidante-oxidante debido a un aumento del estrés oxidativo. La radiación ionizante interacciona con los componentes y estructuras biológicas de dos formas principalmente: por medio de una interacción directa con ellos (efecto directo) o mediante la generación de radicales libres a partir de la radiólisis de las moléculas de agua, que, a su vez, atacarán al resto de estructuras biológicas (efecto indirecto) (fig. 2). Es el efecto indirecto el responsable de aumentar el estrés oxidativo por medio de un aumento de los niveles de radicales libres y de especies reactivas del oxígeno (ROS) y nitrógeno (RNS).

El término ROS es un concepto utilizado por el colectivo científico para definir un grupo de sustancias oxidantes, sobre todo radicales libres o determinadas especies moleculares capaces de generar

Existe un sector laboral, los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, en el cual la identificación de la radiosensibilidad individual es un objetivo de gran relevancia para la prevención y protección



radicales libres. Principalmente, la generación de ROS intracelulares comprende al radical superóxido O_2^- y a los radicales del óxido nítrico NO (fig. 3).

Todas las formas de vida mantienen un estado estable de ROS determinado por el balance entre su producción y su eliminación a través de la maquinaria antioxidante endógena constituida por moléculas y enzimas antioxidantes (superóxidodismutasa –SOD–, glutatión peroxidasa –GSH-Px– y catalasa –CAT–, entre otras), o de antioxidantes de fuentes externas como los alimentos o complementos nutricionales (ácido ascórbico –vitamina C–, α -tocopherol –vitamina E–, glutatión reducido –GSH–, carotenoides, flavonoides, polifenoles, entre otros.). La SOD convierte el anión superóxido en H_2O_2 , el cual es un sustrato para la CAT y GSH-Px. La CAT metaboliza el H_2O_2 en agua y oxígeno y el GSH-Px reduce el H_2O_2 y los hidroperóxidos. El glutatión (GSH) es uno de los tioles no proteicos de bajo peso molecular endógenos más abundantes en la célula. Es el principal antioxidante soluble intracelular que modula los niveles fisiológicos de ROS y participa en la respuesta celular al estrés oxidativo. Es esencial para la protección del cerebro frente al

estrés oxidativo, actuando como sequestrador de ROS e inhibidor de la peroxidación lipídica. También participa en la detoxificación del peróxido de hidrógeno a través de las glutatión peroxidadas. El cociente entre el glutatión reducido GSH y el oxidado (GSSG) es un indicador del estado redox de la célula e

incluso de muerte celular, siendo el GSH reducido el 98 por ciento de todo el GSH celular en condiciones normales. El desequilibrio de GSH se observa en muchas enfermedades, incluyendo cáncer, arterioesclerosis, enfermedades neurodegenerativas o la edad. El GSH también participa en la detoxificación de xenobióticos electrofílicos, modulación del estado redox, almacenamiento y transporte de cisteína, regulación de la proliferación celular, síntesis de deoxiribonucleótidos, regulación de respuesta inmunitaria y del metabolismo de leucotrienos y prostaglandinas (7).

Sin embargo, un aumento de los niveles de estrés oxidativo debido a la exposición a la radiación ionizante resulta perjudicial para el organismo, ya que los radicales libres son considerados como eventos iniciadores y perpetuadores de la acción de la radiación ionizante en los organismos vivos, siendo causa de mutaciones, apoptosis celular e incluso creando una situación de posible ines-

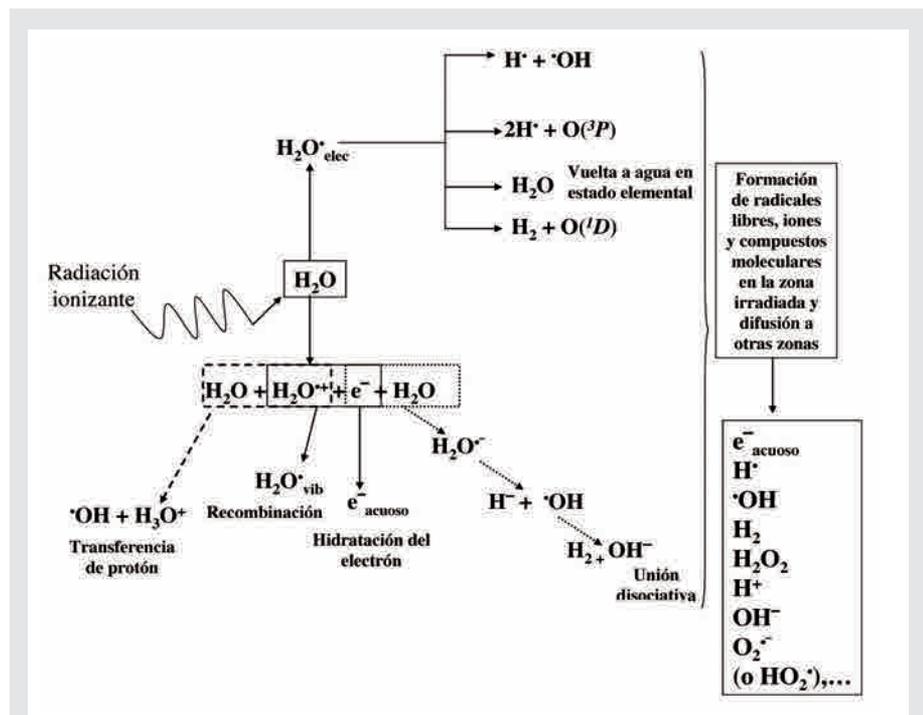


Figura 3. Reacciones más frecuentes de radiólisis y sus productos más importantes.

tabilidad genética. De hecho, existe un consenso general de que los procesos oxidativos desempeñan un papel importante en la patogénesis de varias enfermedades, como los procesos neurodegenerativos, el cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus y daño hepático.

Además, se ha visto que los radicales libres junto con la producción de citoquinas y señalización intercelular (producida en ocasiones por efecto de la radiación ionizante) son indicadores de respuestas inflamatorias, que también pueden aumentar el riesgo de desarrollar determinadas patologías.

Cabe mencionar que el personal sanitario está expuesto a dosis de radiación bajas y de forma «continua». Resulta interesante hacer hincapié en este hecho, ya que este tipo de exposición puede conllevar a dos posibles escenarios: por un lado, la afectación de las biomoléculas mencionadas anteriormente (lípidos, polisacáridos o proteínas o ADN) y, por otro, la llamada «respuesta adaptativa», que resultaría en una susceptibilidad menor de las células a la radiación ionizante al mantener activos los sistemas desintoxicantes como el de enzimas antioxidantes, los mecanismos de reparación del ADN o la apoptosis. Estudios básicos sobre los mecanismos de la respuesta biológica a la radiación en dosis bajas se consideran una prioridad de investigación con el fin de comprender mejor los riesgos laborales asociados al trabajo.

Objetivos

El primer objetivo de este proyecto es ensayar y validar un nuevo biomarcador citogenético, el test G2, que permita evaluar la radiosensibilidad individual. Este biomarcador se podrá utilizar como medida preventiva para la evaluación de la radiosensibilidad indivi-

dual en el personal sanitario que ejecuta procedimientos de diagnóstico y/o tratamiento médico con radiaciones ionizantes. El segundo objetivo consiste en la evaluación del estado antioxidante-oxidante mediante diversos biomarcadores de estrés oxidativo y capacidad antioxidante de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

Materiales y metodología

Selección de personal

La selección del personal a estudiar ha sido realizada de acuerdo a varios parámetros, dependiendo de los puestos de trabajo o servicios catalogados como «profesionalmente expuestos a radiaciones ionizantes» según el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, del Reglamento de Protección Sanitaria⁽⁸⁾. También se ha seleccionado un número de personal no expuesto para formar el grupo control.

Entre los trabajadores clasificados como categoría A, la distribución entre los servicios seleccionados para la realización del ensayo de radiosensibilidad individual queda de la siguiente forma: grupo 100: Servicio de Hemodinámica e Intervencionismo Vascular; grupo 200: Servicio de Oncología Radioterápica; grupo 300: Servicio de Medicina Nuclear; grupo 400: Otros (quirófano, dosis elevadas, patologías inespecíficas...); y grupo 500: Grupo control.

Los grupos incluían ambos géneros y con un rango de edades comprendido dentro de la edad laboral. El personal seleccionado leyó y comprendió la hoja de información al paciente y, estando de acuerdo en formar parte del estudio, firmó el consentimiento informado. Ambos documentos tienen el dictamen favorable del Comité Ético del Hospital Universitario y Politécnico La Fe (CEIC).

Estudio de radiosensibilidad

Equipos de irradiación

Irradiador Biobeam 2000/200/8000.
Equipo autoblandado diseñado para la irradiación de hemoderivados, muestras de tejido, pequeños animales, investigación y desarrollo en Biología. Contiene una fuente consistente en un isótopo ^{137}Cs con una actividad de $2.200\ \mu\text{Ci} \pm 20$ por ciento y una tasa de dosis en contacto menor que $3\ \text{Sv/h}$. Realiza un cálculo automático del tiempo de irradiación de acuerdo con la dosis marcada (fig. 4).

Acelerador lineal modelo Clinac iX (Varian Medical System, Palo Alto, CA, USA). El equipo emite fotones de 15 MV de energía nominal generados en un acelerador lineal. El campo de irradiación utilizado fue de $40 \times 40\ \text{cm}$ (en isocentro a $1.000\ \text{mm}$ del foco). Los frascos que contenían las muestras de sangre se colocaron a $1.035\ \text{mm}$ de distancia al foco,



Figura 4. Irradiador Biobeam 2000/200/8000.



Figura 5. Acelerador lineal modelo Clinac IX

disponiéndose de un *build up* de 35 mm de espesor constituido por bloques de agua sólida para irradiar en condiciones de equilibrio electrónico. La tasa de dosis fue de 200 cGy/min durante un tiempo de 0.5 minutos para conseguir irradiar a una dosis de 1 Gy (fig. 5).

Obtención de la muestra, cultivo e irradiación

De cada individuo se extrajeron unos 5 ml de sangre mediante venipunción antecubital, recogiendo en tubos *vacutainer* previamente heparinizados. La metodología se realizó de acuerdo a Pantelias y Terzoudi (4). Para el cultivo de linfocitos de sangre periférica se adicionó 1 mL de sangre total a 9 mL de medio PB-MaxTMKaryotyping y se incubó a 37 °C durante 72 horas.

A las 72 horas, el cultivo se interrumpió para su irradiación. Las irradiaciones se realizaron en dos equipos diferentes. In-

mediatamente después de las mismas los cultivos se dividieron en dos partes iguales para tratar sólo a una de ellas con cafeína (4 mM). Todas las muestras se incubaron durante 15-20 minutos a 37° C para permitir alcanzar la mitosis en los linfocitos. Transcurrido este tiempo, se añadió una sustancia antimitótica para detener el cultivo celular y a los 90 minutos aproximadamente de la irradiación se procedió al sacrificio del cultivo. Para ello, se centrifugaron las muestras, se realizó un choque osmótico con KCl 75 mM, se fijaron las metafases con el fijador de Carnoy (metanol/ácido acético glacial (3:1 v/v)) y se prepararon las extensiones para su tinción (fig. 6a).

Análisis citogenético

Se realizó la búsqueda de aberraciones cromosómicas, concretamente de roturas cromatídicas e isocromatídicas (*chromatid type breaks*, *ctb*). Se analizaron roturas y *gaps*, este último únicamente cuando fuera más largo que el ancho de la cromátida. El análisis se llevo a cabo mediante un microscopio automático y un sistema de análisis de ima-

El parámetro de radiosensibilidad obtenido del ensayo en fase G2 puede ser usado para evaluar la radiosensibilidad individual y la predisposición al cáncer

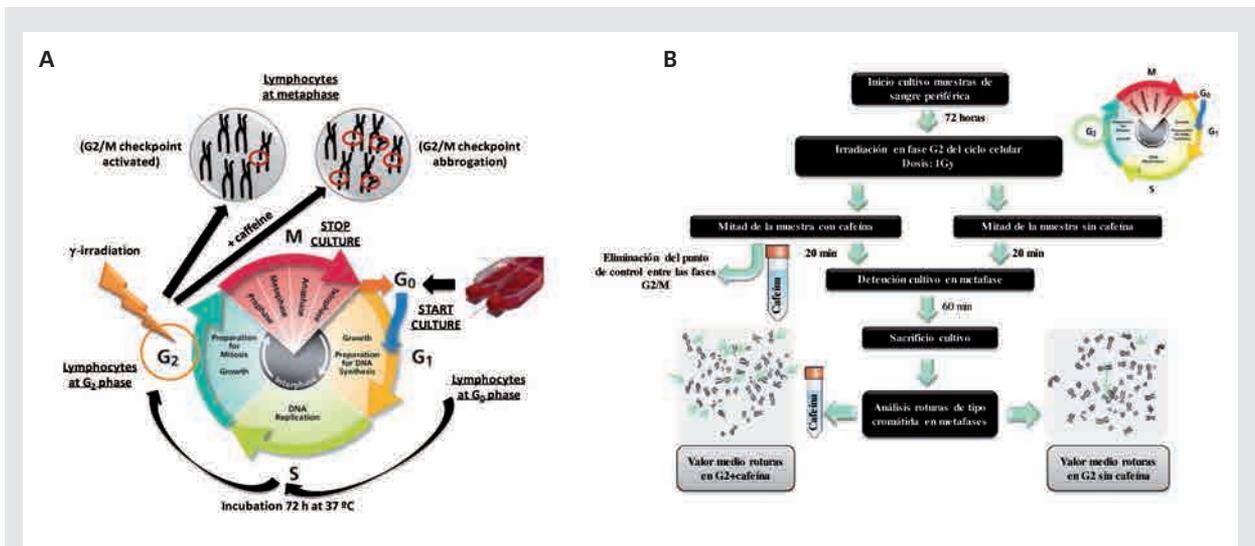


Figura 6. a) Representación esquemática de las características esenciales del ensayo G2; b) Esquema del ensayo G2 de radiosensibilidad individual.

gen con el *software* Ikaros. Este tipo de aberraciones se analizó en 50 metafases tratadas con cafeína y en 50 metafases no tratadas, para cada individuo. A partir del valor medio de roturas de cromatídicas e isocromatídicas se calculó el parámetro de radiosensibilidad individual (PRI), definido como: $PRI = (\text{valor medio roturas en muestras G2} / \text{valor medio roturas en muestras G2 + caf}) \times 100$ por ciento. La Figura 6b muestra un esquema del ensayo G2.

Análisis estadístico

Se comprobó la distribución de los valores de PRI de los sujetos estudiados mediante un método de estimación por Kernel ⁽⁹⁾.

Evaluación del estado antioxidante-oxidante

Obtención de las muestras

De las muestras de sangre periférica obtenidas de los sujetos se separó el plasma por centrifugación a 1.200 rpm y se recogió en tubos Eppendorf de 1.5 mL para su congelación a -80°C y posterior determinación de los distintos biomarcadores de estado antioxidante-oxidante en el plasma fresco.

Determinación del estado antioxidante

–Determinación de la capacidad antioxidante total (TEAC) en plasma mediante un *kit* comercial de Cayman Chemical.

–Determinación de la actividad de la SOD extracelular (ecSOD) en las muestras de plasma mediante un *kit* comercial de Cayman Chemicals.

–Determinación de GSH y GSSG (GSH



oxidado) en plasma mediante cromatografía líquida acoplada a un espectrómetro de masas (UPLC-MS/MS) Waters Xevo TQ-S.

Determinación del estado oxidante

–Determinación de la formación de TBARS (sustancias reactivas con ácido tiobarbitúrico) en plasma como indicador de peroxidación lipídica mediante un *kit* comercial de Cayman Chemicals.

–Determinación de nitritos y nitratos (NOX) en plasma mediante la reacción de Griess, que determina nitritos, metabolito estable del NO.

Estudio estadístico

Cada uno de los marcadores se analizó mediante un modelo lineal de regresión en el que se incluyó la edad, el género y el tabaco como posibles facto-

res que podrían afectar a dicho marcador además del grupo. Los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Los análisis se llevaron a cabo mediante el programa estadístico R versión 3.0.2.

Estudio clínico/Encuesta clínica

A todos los sujetos se les realizó una encuesta clínica en la que se detallaban determinados parámetros que pueden influir en los resultados de la evaluación del estado antioxidante-oxidante como niveles de colesterol ⁽¹⁰⁻¹²⁾, hipertensión ⁽¹³⁾, hábito tabáquico ⁽¹⁴⁾, consumo de suplementos alimenticios ⁽¹⁵⁾, etc.

Estudio nutricional

Debido a la importancia de la dieta como fuente exógena de moléculas antioxidantes, se realizó una entrevista dietética basada en un método prospectivo denominado diario dietético para anotar todos los alimentos y bebidas diarias, y estimar a partir de estos valores el poder antioxidante del consumo diariamente. El entrevistador utiliza normal-

En estos trabajadores existen determinados parámetros que se ven alterados, como es el estado antioxidante-oxidante. Un aumento de los niveles de estrés oxidativo resulta perjudicial para el organismo.

mente fotografías o medidas caseras con el fin de ayudar al entrevistado a cuantificar las cantidades físicas de alimentos y/o ingredientes de los platos y bebidas.

La capacidad antioxidante total (CAT) de lo ingerido se calcula de acuerdo a esos alimentos y a los valores de capacidad antioxidante lipohidrofílica desarrollados por Wu *et al.* (2005)⁽¹⁶⁾ disponibles según la técnica ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) y expresados en micromoles equivalentes de trolox por gramo.

Dosimetría física

Como trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes se determinó la dosis absorbida durante los 12 meses anteriores a la toma de muestra de sangre periférica. Para ello se consultó el historial dosimétrico de cada sujeto que recoge el Centro Nacional de Dosimetría (CND) y Lainsa, ambos autorizados por el CSN, a partir de las lecturas mensuales de los distintos dosímetros (solapa, anillo o muñeca) que el personal expuesto a radiaciones ionizantes debe utilizar durante la exposición.

Resultados

Radiosensibilidad

Los estudios se iniciaron con un equipo de irradiación (Biobeam) diseñado para la irradiación de hemoderivados, muestras de tejido, pequeños animales, investigación y desarrollo en biología, que validamos para esta técnica concreta. Una vez comprobado que la dosis no era homogénea en las muestras, se decidió irradiar con un acelerador lineal modelo Clinac iX.

A partir del análisis de los dos valores obtenidos (media de roturas de cromátida, ctb) en muestra tratada con (-ctb G2 + caf-) y sin cafeína (-ctb G2-) para cada muestra de sangre periférica de cada sujeto perteneciente a los distintos

grupos, se calculó el Parámetro de Radiosensibilidad Individual (PRI) para cada individuo. Tras el análisis de la distribución del PRI entre el total de sujetos estudiados se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 7.

Los trabajadores del Hospital Universitario y Politécnico La Fe expuestos a las radiaciones ionizantes obtuvieron valores de PRI en un rango comprendido entre el 41,89 por ciento y el 52,55 por ciento. Por su parte, el grupo de sujetos control obtuvo valores de PRI comprendidos entre el 36,03 por ciento y el 68,05 por ciento.

La validación de la técnica, en relación a su reproducibilidad, se llevó a cabo repitiendo la irradiación y el análisis

a cinco individuos para finalmente comprobar que el dato de PRI era el mismo.

Evaluación del estado antioxidante-oxidante

En la Tabla 1 se muestran las características de los 60 sujetos en los que se determinó el estado antioxidante-oxidante en el plasma.

Los resultados de los marcadores del estado antioxidante-oxidante se muestran en la Figura 8. Debido al tamaño muestral reducido por grupo no fue posible comparar los grupos entre sí dos a dos. Sin embargo, el análisis de regresión lineal sugirió que existían diferencias significativas en la mayoría de los marcadores estudiados.

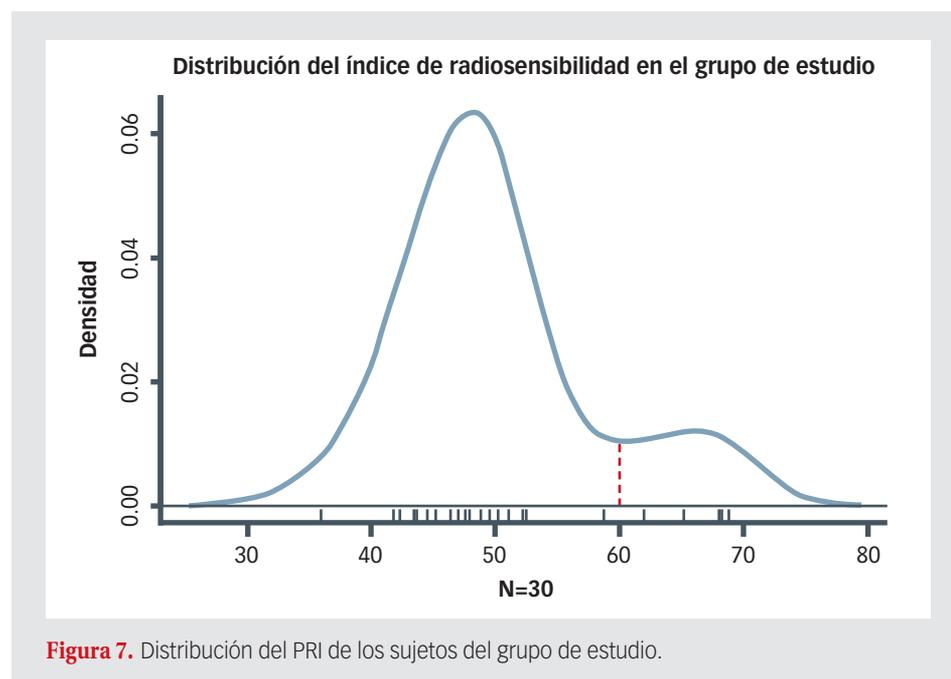


Figura 7. Distribución del PRI de los sujetos del grupo de estudio.

Tabla 1. Descripción del número, edad, género y hábito tabáquico de sujetos participantes en la evaluación del estado antioxidante-oxidante.

	Grupo 100	Grupo 200	Grupo 300	Grupo 400	Grupo 500
Nº participantes	14	14	7	11	14
Edad	49 ± 3	50 ± 3	45 ± 4	50 ± 4	38 ± 3
Género					
(Nº de mujeres)	11	10	6	7	9
Tabaco					
(Nº fumadores)	4	3	5	1	1

Según nuestros valores de PRI, 11 sujetos de un total de 30 (36%) presentan valores situados en este rango, por lo que deberían clasificarse como «radiosensibles»

Respecto a la capacidad antioxidante total o TEAC, se encontraron diferencias significativas entre los grupos (modelo de regresión lineal, $P < 0,01$). Los resultados sugirieron que los sujetos del grupo 300 tenían menos TEAC que el grupo 500 (control) (fig. 8a). La edad y el género no afectaron; sin embargo, el tabaco disminuyó significativamente en TEAC.

Respecto a la actividad de la superóxido dismutasa (SOD), se encontraron diferencias significativas entre los grupos (modelo de regresión lineal, $P = 0,03$). Los resultados sugirieron que los sujetos del grupo 200 tenían una actividad SOD aumentada respecto al grupo control (500) (fig. 8b). No se observó un efecto significativo de la edad, el género o el tabaco en esta variable.

Respecto a la formación de TBARS, se encontraron diferencias significativas entre los grupos (modelo de regresión lineal, $P < 0,001$). Los resultados sugirieron que los sujetos de los grupos 300 y 400 presentaban niveles más elevados que el grupo 500 (control) (fig. 8c). La edad, el género y el tabaco no afectaron al contenido de TBARS.

Respecto a los niveles de nitritos y nitratos (NOX), no existieron diferencias significativas entre los grupos (fig 8d). La edad y el género no afectaron al contenido de NOX. Sin embargo, los individuos fumadores, independientemente del grupo, sí mostraron niveles de NOX significativamente más elevados para los distintos grupos de estudio.

Se determinó el cociente del GSH (glu-

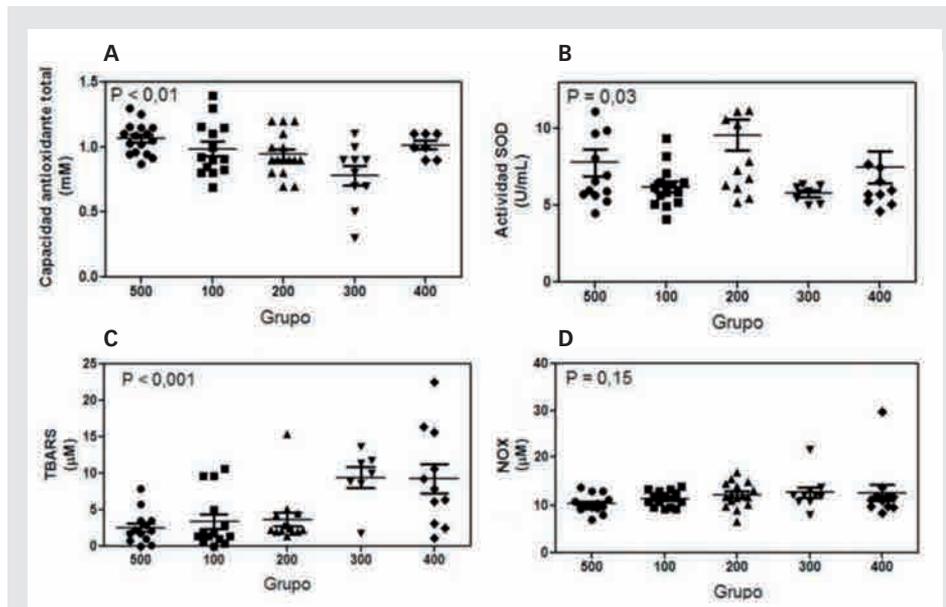


Figura 8. Valores de marcadores del estado antioxidante-oxidante para los distintos grupos de estudio. A: TEAC (capacidad antioxidante), B: SOD (superóxido dismutasa), C: TBARS (peroxidación lipídica) y D: NOX (óxido nítrico).

tación reducido) y GSSG (glutación oxidado) en 25 de las 60 muestras analizadas. Estos resultados preliminares sugirieron que el grupo 200 presentaba un mayor cociente GSH/GSSG, es decir, un contenido más elevado de glutación reducido que de glutación oxidado (GSSG), lo que indica un mayor poder reductor (fig. 9).

En conclusión, estos resultados sugieren que el grupo 300 (trabajadores de medicina nuclear) es el que presenta más estrés oxidativo (mayor TBARS) y menor defensa antioxidante (TEAC y actividad SOD) en comparación con el grupo 500 (control). Los resultados sugieren que el grupo 200 tiene una defensa antioxidante mayor con unos valores de actividad SOD y GSH/GSSG más elevados que el grupo 500.

Las variables edad y género no se han representado ya que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos en prácticamente ningún parámetro.

Cuestionario clínico

Dado que en el Servicio de Protección Radiológica posee un Servicio de Vigilancia Médica, se solicitó la información médica necesaria para intentar relacionarla con los resultados. La única variable contemplada que influyó en los análisis fue el hábito tabáquico, como se ha explicado en los resultados de la actividad antioxidante-oxidante. El resto de variables, como un determinado tipo de enfermedad, colesterol o hipertensión

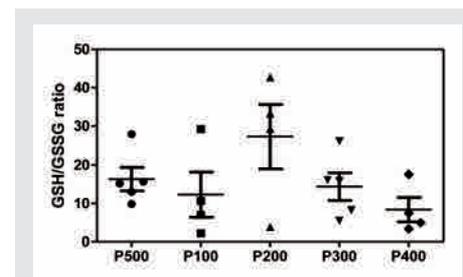


Figura 9. Cociente de GSH/GSSG (glutación reducido/glutación oxidado) obtenido en los distintos grupos de estudio.

elevados, o ingesta de suplementos vitamínicos, no se pudo relacionar con los resultados obtenidos debido a que el tamaño muestral fue reducido para poder establecer diferenciaciones entre enfermedades, niveles de colesterol, etc.

Estudio nutricional

El estudio demuestra que la capacidad antioxidante de la población estudiada es de un 75,4 por ciento del valor para la población española (10.577,9 CAT/día), probablemente, tal y como refleja la encuesta utilizada, porque la mayoría de trabajadores no realizan las cinco comidas al día ni la ingesta de cinco raciones de fruta/verdura al día recomendadas. Una causa posible de este hecho es el horario laboral seguido por los trabajadores el cual les impide en muchas ocasiones realizar estas cinco ingestas y seguir una alimentación basada en la dieta mediterránea.

Dosimetría física

A continuación se muestra la Tabla 2, que recoge los datos de dosis absorbida

(mSv) del grupo 100 en los últimos 12 meses anteriores a la extracción de las muestras de sangre (mostramos los datos de dosis del grupo 100 como ejemplo). Los datos de dosimetría física se han obtenido a partir de la lectura mensual de los dosímetros personales (solapa, muñeca y/o anillo).

Discusión

El presente estudio es pionero a nivel de medicina preventiva, ya que es el primero que analiza un biomarcador de radiosensibilidad individual en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Debido a su novedad, no existen en la bibliografía estudios parecidos; no obstante, sí existen los trabajos llevados a cabo por el grupo de Terzoudi ⁽¹⁾, en los

cuales se puso a punto el llamado test de radiosensibilidad en fase G2. En este trabajo se establecieron los rangos que clasificaban a los sujetos como «radioresistentes», «normales», «radiosensibles» y «muy radiosensibles», rangos determinados en su población de estudio. De acuerdo a este trabajo, los individuos «radiosensibles» son aquellos cuyo PRI se encuentra entre el rango de 50-70 por ciento. Según nuestros valores de PRI y de acuerdo con Pantelias y Terzoudi ⁽⁴⁾, 11 sujetos de un total de 30 (36 por ciento) presentan valores situados en este rango, por lo que deberían clasificarse como «radiosensibles». Entre ellos, ocho son controles y tres son trabajadores, no teniendo ninguna relación que la mayoría sean controles, ya que la característica de radiosensibilidad es considerada como genética o intrínseca al individuo.

Los resultados sugieren que el grupo de medicina nuclear es el más afectado por su exposición a radiaciones ya que tiene niveles elevados de peroxidación lipídica y menor defensa antioxidante

		Dosis absorbida (mSv)												
Dosímetro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total	
101 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
102 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
103 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muñeca	0,8	0,2	0,3	0,4	0	0,2	0,2	0,5	0,2	0,6	0,2	0,4	4	
104 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
105 Solapa	0,4	No lleva	0,7	0	No lleva	No lleva	No lleva	0	No lleva	No lleva	0,4	No lleva	1,5	
Muñeca	0,4	0	1,2	0	No lleva	No lleva	No lleva	0	No lleva	No lleva	0	0	1,6	
106 Solapa	0	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0	0	0,1	1,4	
Muñeca	3	2,1	2,7	2,9	2,8	2,5	3,5	2,2	4,9	2	0	3,5	32,1	
107 Solapa	0	0	nr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muñeca	0,3	0,2	nr	2,3	0,3	0,2	0,2	0	0,4	0,2	0	0	4,1	
108 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
109 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
110 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muñeca	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,1	0	0,4	0,7	1,6	
111 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muñeca	0,7	0	0	0,9	1,1	0,9	0,4	0,4	1	1,4	0,2	0,8	7,8	
112 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
113 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
114 Solapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 2. Dosis absorbida en los sujetos del grupo 100.

El tamaño muestral fue reducido para poder establecer de forma estadísticamente significativa rangos propios de radiosensibilidad a la población estudiada; por ello, los valores de PRI se han comparado con los obtenidos por Pantelias y Terzoudi ⁽¹⁾. Estudios futuros con mayor número de muestra permitirán establecer rangos de radiosensibilidad individual estadísticamente significativos para así mejorar las medidas preventivas de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

Respecto al estado antioxidante-oxidante, los resultados sugieren que los valores en los trabajadores expuestos a dosis bajas de radiación ionizante difieren del grupo control. Aunque no es posible comparar cada grupo de trabajadores con el grupo control debido al tamaño muestral, se puede concluir que existen diferencias entre los distintos grupos. Los resultados sugieren que el grupo 300 es el más afectado ya que tiene niveles elevados de TBARS y menor defensa antioxidante (TEAC y actividad SOD).

La radiación ionizante genera la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) en varios tipos de células, las cuales poseen una alta reactividad celular con componentes y macromoléculas como el ADN, los lípidos y las proteínas. En el individuo sano hay un equilibrio entre la formación de radicales libres y la capacidad antioxidante; sin embargo, este equilibrio se ve interrumpido por un proceso de enfermedad, por la exposición excesiva o crónica a radiación ionizante, etc., la cual conduce a un estrés oxidativo. Existen en la bibliografía estudios similares al nuestro respecto a la capacidad antioxidante. El trabajo de Oli-



sekodiaka *et al.*⁽¹⁷⁾ realizado en un grupo de trabajadores expuestos a radiación ionizante mostró que la capacidad antioxidante total (TEAC) de los trabajadores no era significativamente menor que la del grupo control. Sin embargo, en el estudio de Hagelstrom *et al.*⁽¹⁸⁾ sí se detectó una capacidad antioxidante significativamente reducida en los trabajadores expuestos, quizá por la falta de una aplicación estricta de normas de protección sanitaria frente a las radiaciones ionizantes dada la fecha del estudio.

Nuestros datos respecto a la medida de TBARS indican un aumento de la peroxidación lipídica en el grupo 300, pertenecientes al servicio de medicina nuclear. Como se ha mencionado, un aumento de radicales libres en el medio celular inducido por la exposición a la radiación ionizante podría ser el responsable del aumento de la oxidación de los lípidos de membrana. Los trabajadores de medicina nuclear en su práctica habitual trabajan con emisores, es decir, energías que tienen una LET (Energía Lineal de Trans-

ferencia) superior a los fotones. En estos trabajadores hemos observado que presentan más estrés oxidativo que podría atribuirse a una relación entre mayor LET y mayor estrés oxidativo. Por el contrario, los datos sugieren que el grupo 200 podría haber desarrollado una «respuesta adaptativa» al estrés oxidativo aumentando la actividad de la enzima superóxido dismutasa (SOD) y, probablemente, el cociente entre el glutatión reducido/glutatión oxidado (GSH/GSSG).

Estudios recientes sugieren que la exposición profesional crónica está asociada a un aumento en el riesgo de cáncer no despreciable para el personal sanitario más expuesto. Sin embargo, existen evidencias que sugieren que dosis bajas de radiación inducidas por rayos X, por ejemplo, pueden hacer a los linfocitos humanos y a otras células menos susceptibles al daño genético. Este fenómeno es un ejemplo de «radiación respuesta de adaptación», que ha sido a menudo evocado como posible mecanismo para estimular ciertas funciones de protección. Esta respuesta adaptativa está apoyada por un estudio sobre la respuesta celular adaptativa en cardiólogos intervencionistas expuestos a dosis bajas de radiación de forma crónica en los cuales se observó un aumento

Los resultados sugieren que el grupo de intervencionistas tiene una defensa antioxidante mayor con unos valores de actividad SOD y GSH/GSSG más elevados que el grupo control

en los niveles de GSH⁽¹⁹⁾. En relación a la dosimetría física, hay que señalar que en el grupo de intervencionistas posiblemente no estén llevando siempre sus dosímetros o que en muchos casos los dosímetros no se encuentran en el campo de irradiación, lo que implica una exposición parcial del cuerpo. De hecho, en algunos casos los resultados citogenéticos muestran una exposición no uniforme⁽²⁰⁾. Así que, como recomienda la *International Commission for Radiation Protection* (ICRP), en intervencionismo, la valoración de la dosimetría física se debe hacer con doble dosimetría física.

Respecto al cuestionario clínico y encuesta dietética, al observar que la dieta, y su reflejo en algunos parámetros bioquímicos, no corresponden a las pautas recomendadas para seguir una dieta me-

diterránea, se ha planteado la posibilidad de confeccionar una guía saludable para dichos trabajadores que les ayude a seguir dichas pautas y a nivel individual tratar de correlacionarlo con sus valores de estado antioxidante-oxidante.

Conclusiones

Gracias a este estudio financiado por FUNDACIÓN MAPFRE en su convocatoria de Ayudas a la Investigación 2012 ha podido ponerse a punto el test de radiosensibilidad individual en fase G2. Debido al tiempo de estudio, el tamaño muestral se ha considerado como reducido para obtener resultados estadísticamente significativos en algunos parámetros; sin embargo, ha servido para obtener resultados

preliminares acerca de las características de determinados biomarcadores de estado antioxidante/oxidante, hábitos dietéticos, dosis de radiación absorbida y grado de radiosensibilidad. Investigaciones futuras ampliarán los resultados aquí obtenidos para conseguir una información más significativa y poder actuar en consecuencia para mejorar las acciones preventivas en trabajadores, y probablemente también en pacientes, expuestos a radiaciones ionizantes. ♦

Agradecimientos

Este trabajo es *in memoriam* del Dr. Miguel Almonacid Bujeda, compañero muy querido, que durante años realizó la vigilancia médica de los trabajadores del hospital expuestos a radiaciones, de los que se preocupaba y ocupaba tanto que motivó al equipo en el estudio de la radiosensibilidad individual.

Referencias

- [1] Terzoudi, GI; Hatzl, VI; Barszczewska, K; Manola, KN; Stavropoulou, C; Angelakis, P; Pantelias, GE. G2-checkpoint abrogation in irradiated lymphocytes: A new cytogenetic approach to assess individual radiosensitivity and predisposition to cancer. *Int J Oncol*. 2009, (5), 1223-30.
- [2] Scott, D; Spreadborough, AR; Jones, LA; Roberts, SA; Moore, CJ. Chromosomal radiosensitivity in G2-phase lymphocytes as an indicator of cancer predisposition. *Radiat Res*. 1996, (145), 3-16.
- [3] Scott, D; Barber, JB; Spreadborough, AR; Burrill, W; Roberts, SA. Increased chromosomal radiosensitivity in breast cancer patients: a comparison of two assays. *Int J Radiat Biol*. 1999, (75), 1-10.
- [4] Pantelias, GE; Terzoudi, G. A standardized G2-assay for the prediction of individual radiosensitivity. *Radiotherapy and Oncology*. 2011 (101), 28-34
- [5] Terzoudi, GI; Manola, KN; Pantelias, GE; Iliakis, G. Checkpoint abrogation in G2 compromises repair of chromosomal breaks in ataxia telangiectasia cells. *Cancer Res*. 2005, (65), 11292-11296.
- [6] Terzoudi, GI; Pantelias, GE. Cytogenetic methods for individualisation and risk individualisation after exposure to ionising radiation. *Radiat Prot Dosimetry*. 2006, (122), 513-520.
- [7] Rodrigo, R; Libuy, M; Felú, F; Hasson, D. Oxidative stress-related biomarkers in essential hypertension and ischemia-reperfusion myocardial damage. *Dis Markers*. 2013, (6), 773-90.
- [8] Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE nº 178 26-07-2.
- [9] Scott, DN. *Multivariate Density Estimation, Theory, Practice and Visualization*. NW Wiley, 1992.
- [10] Davi, G; *et al*. In vivo formation of 8-Epi-prostaglandin F2 alpha is increased in hypercholesterolemia. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1997, (17) 3230-5.
- [11] Martinet, W; Knaapen, MW; De Meyer, GR; Herman, AG; Kockx, MM. Oxidative DNA damage and repair in experimental atherosclerosis are reversed by dietary lipid lowering. *Circ Res*. 2001 (88), 733-9.
- [12] Deepa, PR; Varalakshmi, P. Atheroprotective effect of exogenous heparin-derivative treatment on the aortic disturbances and lipoprotein oxidation in hypercholesterolemic diet fed rats. *Clin Chim Acta*. 2005 (355) 119-130.
- [13] Briones, AM; Touyz, RM. Oxidative stress and hypertension: current concepts. *Curr Hypertens Rep*. 2010, (2) 135-42.
- [14] Van der Toorn, M; Rezayat, D; Kauffman, HF; Bakker, SJL; Gans, ROB; Koe, GH. Lipid-soluble components in cigarette smoke induce mitochondrial production of reactive oxygen species in lung epithelial cells. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2009, (14), L109-L114.
- [15] Giardi, MT; Touloupakis, E; Bertolotto, D; Mascetti, G. Preventive or Potential Therapeutic Value of Nutraceuticals against Ionizing Radiation-Induced Oxidative Stress in Exposed Subjects and Frequent Fliers. *Int. J. Mol. Sci*. 2013, (14), 17168-17192.
- [16] Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Prior RL. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem*. 2004, (12), 4026-37.
- [17] Olisekodiaka, MJ; Bello, TO; Onuegbu, AJ; Olowookere, CJ; Lebi, OM; Omotayo, LO; Igbeneghu, I; Olugbenga-Bello, AI. Evaluation of the serum total antioxidant status level in health workers exposed to low radiation doses in a large nigerian hospital. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*. 2009, (2), 152-156.
- [18] Hagelström AH, Gorla NB, Larriaga IB. Chromosomal damage in workers occupationally exposed to chronic low level ionizing radiation. *Toxicol Lett*. 1995 Mar;76(2):113-7.
- [19] Russo, GL; Tedesco, I; Russo M, Cioppa, A; Andreassi, MG; Picano, E. Cellular adaptive response to chronic radiation exposure in interventional cardiologists. *Eur Heart J*. 2012, (3), 408-14.
- [20] Montoro, A; Rodríguez, P; Almonacid, M; Villaescusa, JI; Verdú, G; Caballín, MR; Barrios, L; Barquinerio, JF. Biological dosimetry in a group of radiologists by the analysis of dicentric and translocations. *Radiat Res*. 2005, (164), 612-7.



La estrategia en seguridad de Saint Gobain Placo para evitar la siniestralidad laboral en sus centros de trabajo

CERO ACCIDENTES *es alcanzable*

En este artículo se presenta el caso de éxito de Saint Gobain Placo Ibérica, empresa industrial y comercial de productos de la construcción en base yeso, que desde diciembre de 2011 mantiene el hito de cero accidentes en todos sus centros de producción, delegaciones comerciales y oficinas centrales. Se muestran cuáles han sido los factores clave para conseguir este éxito y se explican las diferentes fases de trabajo a través de la curva de Bradley, desde los inicios hace casi 15 años hasta la actualidad. Se explican algunas de las herramientas de gestión preventiva utilizadas y cómo la empresa trabaja actualmente hacia la integración preventiva en todos los niveles, a través del Servicio de Prevención Propio y el programa de seguridad autónoma o proactiva, que deberá ser la clave para conseguir el próximo hito de cero accidentes es sostenible.

Por **P. J. GARCÍA RAMÓN**. EMBA, Ingeniero Industrial, Economista, Técnico Superior PRL (Seguridad). (pedrojose.garcia@saint-gobain.com). **J. F. VALLEJO CARRERA**. EMBA, Ingeniero Químico, Técnico Superior PRL (Higiene, Ergonomía, Seguridad).

Todos coincidiremos en que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) de 1995 y sus desarrollos legislativos complementarios supusieron una revolución en España en materia de protección de la seguridad y salud de los trabajadores (SST). Los altos índices de siniestralidad en España, la necesidad de trasponer mandatos europeos y, en definitiva, de actualizar regulaciones nacionales desfasadas provocaron la publicación de este paquete legislativo. Muchos empresarios entendieron entonces que era el momento de empezar a gestionar sus compañías teniendo en cuenta medidas de protección de la seguridad y salud de sus trabajadores. Posteriormente, algunos de ellas se dieron cuenta, además, de que el mero hecho de cumplir con esta legislación no garantizaba la protección absoluta de sus trabajadores, ni provocaba por sí mismo el *cambio cultural* necesario para evitar cualquier accidente.

En Saint Gobain Placo tenemos el convencimiento claro de que es posible conseguir cero accidentes de manera sostenible, trabajando para alcanzar la integración de la prevención en todos los niveles de gestión de la empresa, a través de la labor diaria de los trabajadores, junto con un programa de seguridad autónoma o proactiva que refuerza nuestra cultura propia de gestión de la seguridad.

Evolución en la gestión de la SST en Placo

La curva de Bradley (Figura 1) sirve perfectamente para explicar las diferentes etapas vividas en Placo en relación con la gestión de la SST, las fases del cambio cultural y su relación con el índice de siniestralidad.

Fase 1: Cero es difícil

Al principio, los objetivos iniciales pasan por el cumplimiento y adaptación a los requisitos legales y normativos existentes. Nace la estrategia reflejada en una política de seguridad firmada por la alta dirección y se crea el departamento de Seguridad (coordinadores de seguridad

regionales y nacional) que formarán el Servicio de Prevención Propio y que colaboran también con un Servicio de Prevención Ajeno (actualmente Sociedad de Prevención de Fremap en Ergonomía y Psicología aplicada y Vigilancia de la Salud). Los trabajadores designan a los delegados de prevención con los que formar los Comités de Seguridad y Salud.

Fase 1: Cero es difícil. La siniestralidad es alta. Se comienza por el cumplimiento legal y procedimientos internos básicos. Es liderado por la Dirección y ejecutado por el departamento de Seguridad.





Figura 1. Curva de Bradley.

Se realizan las evaluaciones de riesgos Iniciales de todos los puestos de trabajo y condiciones. Se imparten las primeras formaciones en seguridad. Se realizan las adecuaciones de máquinas conforme al RD 1215/97, comienza la gestión básica de ciertos aspectos de SST (EPIs, medios de extinción, mediciones higiénicas, señalización, etc.) y se empiezan a realizar auditorías externas y legales. Esta fase inicial, que necesitó de mucho esfuerzo técnico y empuje para comenzar el cambio cultural, está impulsada directamente por la Dirección y se ejecuta por el departamento de Seguridad, apoyados en asesores externos y SPA.

Los inicios fueron muy complicados, ya que apenas existían técnicos de prevención en España, ni normas o procedimientos de seguridad prácticos que guiaran en la gestión y el control de los riesgos laborales, salvo las guías y NTP del INSHT. Aunque, sin duda, lograr el cambio cultural fue la mayor barrera a salvar. Una sociedad acostumbrada a comportamientos tales como «esto siempre se ha hecho así y nunca ha pasado nada», «no hace falta el EPI, es solo un momento», «la producción es lo primero» o «es imposible evitar los accidentes»,

planteaba un reto muy difícil al que había que dedicar mucho tiempo y recursos. Las mutuas de trabajo y el Servicio de Prevención Ajeno fueron también actores clave en estos comienzos, así como las empresas especializadas y los OCAs.

Durante esta primera fase ya se comienza a ver la mejoría con los años.

Fase 2: Cero es alcanzable

Para comenzar esta fase es básico comprender que el Sistema de Gestión de la SST de la empresa está necesariamente comprometido con el ciclo de mejora continua y que, por tanto, tiene que evolucionar constantemente. Durante este periodo, en Placo empezamos a usar herramientas avanzadas y específicas de gestión de la SST, e incluso a desarrollar algunas propias gracias en parte a la decisión de implantar un programa de excelencia operacional *World Class Manufacturing* en todas las áreas clave de gestión de la empresa. Siendo el pilar de seguridad el primero en implantarse (*Safety comes first* es nuestro eslogan más famoso).

■ **Estándares de seguridad.** Se desarrollaron 26 estándares de SST, de obli-



Fase 2: Cero es alcanzable. Creamos herramientas de seguridad específicas: estándares, notificación de incidentes, SMAT, 5S, minuto de seguridad, auditorías cruzadas, WCM, política de reconocimiento. Los mandos intermedios son clave.



Figura 2. Principio de accidentabilidad. El principio de iceberg.

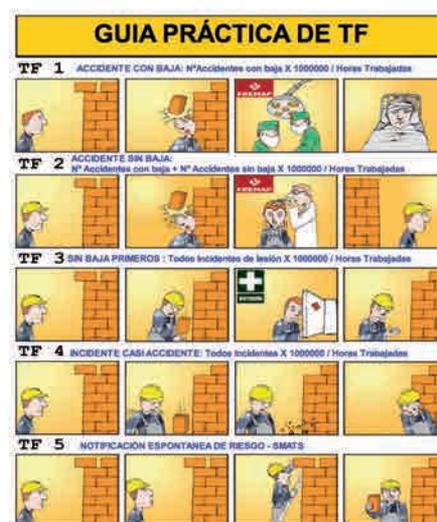


Figura 3. Cartel formativo de notificación de incidentes.

gado cumplimiento para todos los centros. Estos estándares desarrollan aspectos críticos y sus requisitos van más allá del cumplimiento legal: permisos de trabajo, gestión de contratistas, trabajos en altura, carretillas elevadoras, ruido en el trabajo, sistemas de combustión, consignación LOTO, máquinas, espacios confinados, etc. El cumplimiento de estos estándares es auditado frecuentemente de manera interna y externa (*Self Assessment*), fijando objetivos de mejora anuales y planes de acción para su consecución.

■ **Notificación de incidentes.** El principio del iceberg aplicado a la accidentabilidad laboral (Figura 2) nos dice que para evitar un accidente es necesario haber corregido previamente 10.000 comportamientos inseguros (CJD), 1.000 situaciones inseguras (TF5), 100 casi accidentes (TF4) y 10 primeras curas (TF3). Es por ello que otra de las herramientas de gestión más importantes durante este tiempo ha sido fomentar el reporte de incidentes por parte de los trabajadores (Figura 3). De modo que a partir de del análisis de la causa raíz de los mismos (elaborado en colaboración con los propios trabajadores) se puedan implantar medidas correctivas (reactivo TF1-TF3) y, lo más importante, medidas preventivas (proactivo TF4-TF5-CJD). El



Realización de una SMAT en fábrica.

análisis estadístico de estos incidentes es también una parte fundamental, ya que nos permite estratificar mediante diagramas de Pareto por área del centro, zona afectada, departamento, tipo de incidente, etc.

■ **SMAT (Safety Management Audit Tool).** Esta herramienta nace tomando como referencia las conocidas OPS (Observaciones Puntuales de Seguridad), y permite mediante la observación planificada y la conversación con los tra-

bajadores reforzar aspectos positivos de los comportamientos seguros observados y plantear acciones de mejora. La SMAT es, sin duda, una de nuestras herramientas más importantes de influencia sobre los comportamientos en seguridad y de las más valorada por todos los trabajadores, por su sencillez y utilidad. Esta herramienta preventiva nos permite atacar la base de la pirámide o iceberg de accidentabilidad para evitar que se materialicen los siniestros.

■ **Orden y limpieza (5S).** Las áreas de trabajo se organizan y estandarizan con este sistema, como paso previo a la realización de otros proyectos de mejora. Esto permite no solo mejorar las condiciones de trabajo, sino también involucrar a los empleados y concienciarles sobre su responsabilidad de mantener las condiciones estándar. Los empleados auditan regularmente su área de trabajo, con respecto a un estándar, y notifican, para su resolución, cualquier incidencia que no pueda ser resuelta por ellos mismos.

■ **Reuniones de seguridad.** Adicionalmente a las reuniones del CSS, existen reuniones diarias matinales con los jefes de departamento, donde se empieza siempre con asuntos de seguridad. Además, los jefes de departamento y supervisores realizan, al principio de cada turno, el minuto de seguridad, donde se comenta algún tema de seguridad con los empleados de cada área. Estas reuniones sirven también para comentar accidentes importantes ocurridos en la compañía y pro-

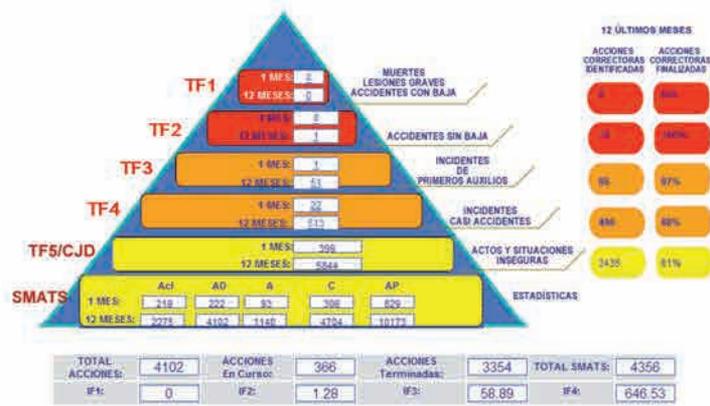


Figura 4. Intranet de Seguridad (Gestión incidentes, contratas, SMAT, acciones).

porcionar *feedback* a los trabajadores sobre notificaciones de seguridad realizadas por ellos. En definitiva, son un canal de comunicación con los trabajadores para proporcionar información y formación, y promover la consulta y participación. Los mandos intermedios y jefes de departamento son un elemento clave para que estos canales funcionen correctamente.

■ **Intranet EHS.** Herramienta de gestión informática, desarrollada por nuestro departamento de Sistemas, que facilita la gestión de las notificaciones y análisis participativos de incidentes y

SMAT, así como las acciones correctivas y preventivas derivadas de los mismos y la gestión documental para la coordinación y control de contratistas (Figura 4). Nos permite obtener estadísticas e informes. Es de acceso para todos los trabajadores, que además pueden ver la evolución de los indicadores de seguridad.

Fomentar el reporte y notificación de los incidentes es un hito obligado para generar una sensibilización en aspectos de seguridad. Actualmente, el reporte ronda los 5.000 actos y/o condiciones inseguras notificados y analizados.

■ **Comunicación.** Son diversos los elementos de comunicación utilizados con el objetivo de aprender de las experiencias de otros centros, tanto a nivel nacional como internacional: *Safety Warning* (análisis de accidentes con lecciones aprendidas importantes), GPL (buenas prácticas en seguridad), OPL (lecciones puntuales sobre un tema específico), SOP (procedimientos operativos de planta), etc.

■ **Matriz de riesgos.** Es el corazón para la gestión de seguridad conforme al programa de mejora, ya que nos permite realizar la priorización de la acción preventiva una vez incorporados todos los *inputs* (resultados de evaluación de riesgos, desviaciones de au-



Varios centros de Placo han sido reconocidos por su buena gestión en SST.

ditorías, incumplimientos en los estándares, nuevas normas de seguridad derivadas de los Avisos de Seguridad, GPL, etc.). Llevar a cabo esta evaluación de riesgos en conjunto con el personal de cada área es el requisito imprescindible para desarrollar un trabajo de calidad.

■ **Política de reconocimiento.** El departamento de Recursos Humanos crea una política de reconocimiento para premiar a los trabajadores de los centros con buen desempeño en materia de prevención (primas de accidentabilidad, premios por hitos de días sin accidente, realización de actividades de reducción de riesgo significativas, etc.). También a nivel internacional Saint Gobain Gypsum otorga los premios anuales Safety Trophy (negocio con mayor número de horas trabajadas sin accidentes) y Safety Challenge (centro de trabajo con mejor desempeño en seguridad).

En un momento avanzado de esta fase se produce la adquisición del grupo por la multinacional francesa Saint Gobain. Este hecho no hace más que confirmar y reforzar la importancia que la seguridad tiene para la compañía. Saint Gobain aporta un compromiso claro en garantizar la protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Esto se plasma internamente en la Política y Principios EHS, en los Principios de Conducta y Actuación y en los Objetivos de Cero Accidentes y Enfermedades Profesionales. También externamente se hace visible este compromiso con la adhesión al Pacto Mundial en el seno de Naciones Unidas y la publicación de los resulta-



Celebración del Día internacional EHS de Saint Gobain en Soneja (Castellón).

dos de desempeño en seguridad en la Memoria de Sostenibilidad. Asimismo, nos beneficiamos de sinergias importantes en la gestión de seguridad y aparecen herramientas de gestión complementarias que nos permiten seguir avanzando en la mejora de nuestro sistema de gestión SST, a saber:

- **Auditorías cruzadas:** Auditorías de 20 etapas de tres días de duración que permiten evaluar el grado de avance del centro de trabajo, desde los aspectos reglamentarios hasta el nivel de participación en la gestión de la SST del centro.
- **Estándares avanzados de higiene.** Procedimientos de gestión del ruido, el polvo, productos químicos, sílice cristalina que van más allá de los requisitos legales, no solo en cuanto a los niveles

de exposición sino también en cuanto a la frecuencia de medición y métodos estadísticos de determinación de la exposición de los trabajadores. Y la obligación de implantar un plan de medidas que permita la reducción del número de trabajadores expuestos.

- **Comunicación.** Celebración del Día internacional de Seguridad y Medio Ambiente con frecuencia bianual, donde los centros de trabajo realizan iniciativas que versan sobre este tema y se invita a familiares y grupos de interés: actividades con bomberos, jornadas de sensibilización en seguridad, visita a los centros de producción, juegos y actividades para niños para sensibilización, regalos, etc.
- **Reconocimiento al desempeño.** Club de los millonarios (centros que alcanzan un nivel alto en auditorías, notificación de incidentes, cumplimiento de estándares y llevan más de un millón de horas trabajadas sin accidentes), Diamantes de Seguridad (pre-

La adquisición del grupo por la multinacional francesa Saint Gobain reforzó aún más la importancia que la seguridad tiene para la compañía

mios a nivel mundial que se conceden a aquellos centros con mejor desempeño en seguridad durante el año.

La seguridad está ya más integrada en la compañía, y el liderazgo no viene solo de la Dirección ni del departamento de Seguridad; ahora los mandos intermedios y jefes de departamento son figuras clave en esta etapa y deben ser los promotores del cambio en materia de seguridad entre los trabajadores bajo su responsabilidad. Se trabaja mucho en la concienciación y el comportamiento (formación, sensibilización). Muchos mandos son formados como técnicos superiores de PRL en las diversas especialidades, y muchos trabajadores en el módulo básico de 50 horas, ampliando los recursos preventivos en los centros. Al final de esta fase se consiguen, de manera puntual, periodos con cero accidentes.

Fase 3: Cero es sostenible

En esta etapa en la que actualmente nos encontramos trabajando en Placo aparecen herramientas avanzadas y evolucionadas en seguridad, tales como:

- **OHSAS 18001.** Es el momento de demostrar que nuestro sistema de gestión cumple también con los requisitos de este estándar internacional, consiguiendo la certificación de algunos centros en 2009 y extendiendo el proceso para la totalidad de los centros productivos en 2012.
- **Auditoría Task Audit.** Es una auditoría evolucionada de la SMAT. Consis-



te en auditar la práctica de una tarea crítica desde el punto de vista de seguridad (por ejemplo, tarea infrecuente de mantenimiento que implica aplicar LOTO), o de algún procedimiento de gestión (como auditar el proceso de gestión de contratos) o la realización de simulacros muy específicos (como el rescate de un espacio confinado concreto). Normalmente, el proceso tradicional de evaluación de riesgos es incapaz de detectar estas deficiencias, por ser aspectos poco frecuentes y/o muy detallados. Otro

beneficio es que mejora el conocimiento técnico en seguridad de los mandos y jefes de departamento, que son quienes realizan estas auditorías.

- **Análisis de incidentes SHEARO.** La metodología tradicional de investigación de incidentes y accidentes (6M, árbol de fallos) se muestra insuficiente cuando se quieren averiguar las causas raíz de los incidentes y plantear así acciones eficaces que eviten que estos se repitan o que se produzcan incluso con mayor gravedad. Esta herramienta añade al análisis tradicional de las causas contributivas un método de análisis de error humano y de cinco porqués para identificar y analizar las causas raíz, a partir del cual plantear un plan de acción priorizado, incluyendo las medidas de

Fase 3: Cero es sostenible. Etapa actual. Implantamos herramientas avanzadas: auditoría de tareas críticas, análisis de accidente avanzado, ergonomía, plan de movilidad y certificamos conforme a OHSAS 18001. La clave es la seguridad autónoma.



control de la eficacia y acciones de expansión horizontal a otras áreas o centros de trabajo, así como la actualización de la evaluación de riesgos. En función de la gravedad del accidente, puede ser necesaria la revisión y validación por la Dirección.

■ **Software de gestión riesgos higiénicos.**

A partir de un inventario de todas las sustancias químicas manipuladas en los centros (materias primas, productos de limpieza, grasas y aceites, residuos peligrosos, etc.) y de la clasificación de su peligrosidad, se determina un plan de retirada de las sustancias más peligrosas (ACMR: Cancerígenas, Mutagénicas y Tóxicas para la Reproducción) y un plan de monitorización y seguimiento de la exposición de los trabajadores para el resto de sustancias que no estan-

La causa del éxito alcanzado es el factor humano: estrategia de la Dirección, saber hacer del departamento de Seguridad y, lo más importante, el compromiso y comportamiento seguro de los trabajadores.

do prohibidas puedan tener algún peligro específico.

■ **Ergonomía y psicología aplicada.**

Una vez abordados los aspectos más críticos de seguridad e higiene, es el momento de trabajar de manera muy específica en los aspectos de la ergonomía (tareas con movimientos repetitivos, posturas forzadas, levantamientos manual de cargas, tareas manuales) y psicosociales (estrés, carga de trabajo, etc.), ayudados por la Sociedad de Prevención de Fremap.

■ **Plan de movilidad y seguridad vial.**

Otro aspecto importante poco tratado había sido la prevención de accidentes de tráfico laborales, tanto *in itinere* como *in mision*. En Placo trabajamos en colaboración con el RACE y Fremap Mutua en la elaboración de un plan de movilidad. Las principales fases son la creación de un Sistema de Gestión de Movilidad y Seguridad Vial (MSV), que incluya un plan de prevención y unos procedimientos de gestión, la definición de una política de movilidad, la información y formación, la notificación e investigación de incidentes y una serie de medidas preventivas, como la hoja de rescate, el análisis de las rutas y *puntos negros*, el uso de plataformas de comunicación (Cisco Webex) que eviten desplazamientos, la flexibilidad horaria, etc.

■ **Culture Assessment.**

Herramienta que nos permite medir el nivel de cultura preventiva percibida por los trabajadores a través de una encuesta. Gracias a esta herramienta, hemos empe-

zado a trabajar en la mejora del nivel de concienciación de los trabajadores en materia de seguridad en el ámbito no laboral (prevención de riesgos en el hogar) y en la comunicación efectiva de ciertos temas desconocidos (por ejemplo, la organización de la vigilancia de la salud y la protocolización).

■ **Seguridad autónoma o proactiva.**

Sin duda el reto más importante para finalizar esta fase con éxito. La seguridad autónoma persigue conseguir que todos los trabajadores contribuyan de manera proactiva a la mejora continua en seguridad, colaborando en el proceso de identificación y reducción del nivel de riesgo en su área de trabajo, considerando las capacidades y limitaciones tanto individuales como del grupo y solicitando ayuda cuando es necesario. Es la fase que DuPont llama de interdependencia, donde los empleados son conscientes de su responsabilidad y colaboran de manera anticipativa sin ser forzados, convencidos y orgullosos de los beneficios que se obtienen. En Placo estamos involucrados en el grupo de trabajo internacional con dos centros de producción piloto para definir las bases y el estándar de la gestión autónoma. Durante el trabajo de estos años ya nos hemos dado cuenta de que una clave importante es el compromiso y liderazgo visible de los mandos intermedios, quienes deben transmitir entusiasmo para motivar y conseguir el *engagement* (palabra con difícil traducción ya que es más que «compromiso», es orgullo de pertenencia y satisfacción con la contribución personal)

de todos los empleados de sus equipos. La formación y el uso de herramientas básicas de identificación y resolución de riesgos (tarjetas de seguridad, notificación de riesgos, SMAT, Quick Kaizen, etc.) por parte de los empleados son otro elemento importante a tener en cuenta.

Factores clave del éxito para Cero accidentes

Por todo ello, es justo decir que el factor clave del éxito en materia de seguridad en SG Placo es claramente el humano. La iniciativa y el impulso de la Alta Dirección como un pilar estratégico, el saber hacer del departamento de Seguridad en colaboración con nuestra Mutua (Fremap), con el Servicio de Prevención (Sociedad de Prevención de Fremap) y con otras empresas especializadas del sector. Y sin duda, el más importante: las personas que trabajamos en Placo, quienes hemos asumido que el cambio cultural era necesario y trabajamos diariamente teniendo en cuenta de manera prioritaria aspectos relativos a la seguridad, mostrando nuestro compromiso de TOLERANCIA CERO a los comportamientos inseguros.

Reconocimientos

En los últimos años han sido varios los reconocimientos a la buena gestión en SST de Placo que, aunque valorando los alcanzados en el último ejercicio, son resultado del esfuerzo de nuestros equipos (presentes y pasados) en estos últimos casi 15 años. El centro de Sorbas, actualmente con más de 5.000 días sin accidentes, fue el primer centro de Placo en formar parte del Club de los Millonarios. Posteriormente accedieron también los centros de Soneja, Gelsa y

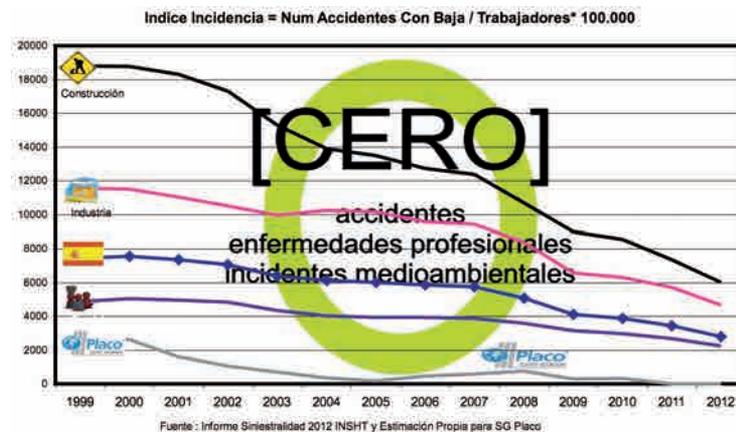


Figura 5. Gráfico comparativo de accidentabilidad.

San Martín Polvo. Y en el año 2014 confiamos que integren el selecto club la totalidad de los centros de Placo.

La fábrica de yesos de San Martín ha recibido el premio Diamante de Seguridad de Saint Gobain 2012 (habiendo sido finalistas de dicho galardón instalaciones de Placo los años 2010, 2011 y 2012) y el Safety Challenge 2011 y 2013 (obteniendo el segundo y tercer puesto también los centros de Placo de San Martín Placa y Soneja). Y por último, el premio internacional Safety Trophy 2011 para el conjunto del negocio Placo fue entregado por Simon Dayan (entonces director de Operaciones mundial de la actividad Yesos) y Jim Drake (director de Seguridad mundial de la actividad Yesos) a nuestro director general Víctor Bautista y a representantes del departamento de Seguridad y del Comité de Seguridad y Salud.

Conclusiones

En Placo decidimos apostar fuertemente por la seguridad hace más de 17 años, formando parte de nuestros valores de comportamiento y actuación, y con el objetivo de lograr cero accidentes y cero enfermedades profesionales. Podemos decir con satisfacción que este primer hito está ya conseguido y que este hecho, como puede apreciarse en el gráfico comparativo de accidentabilidad

en España (Figura 5), nos hace estar a la vanguardia en materia de SST en nuestro país. Este éxito ha sido posible gracias a un esfuerzo colectivo de mejora continua de nuestro sistema de gestión SST, siendo el factor humano el componente principal.

Este camino, lejos de haber acabado, nos plantea un nuevo reto que se antoja complejo, pero por el que apostamos con tanta firmeza como hasta ahora. El Cero accidentes debe ser sostenible en el tiempo. Para conseguirlo confiamos, como hasta ahora, en trabajar en la integración total de la seguridad en todos los niveles de la organización, la denominada seguridad autónoma o proactiva, donde todos y cada uno de las personas que trabajamos en Placo lleguemos a un nivel máximo de concienciación y compromiso por la seguridad individual y colectiva. ♦

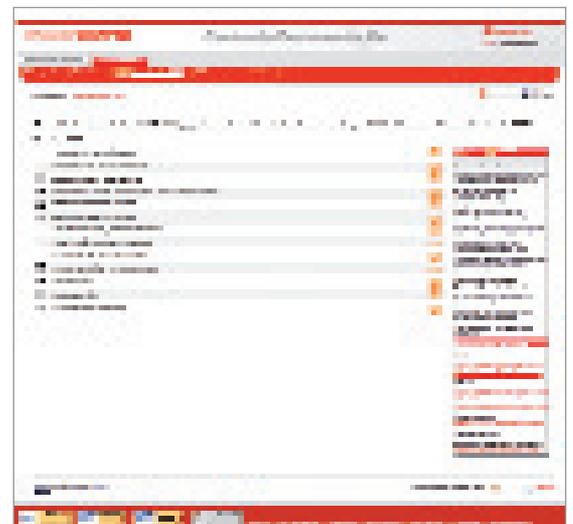
Referencias

- [1] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guías y NTP www.insht.es
- [2] DuPont, http://www2.dupont.com/DuPont_Safety_Resources/es_ES/soluciones/seguridad.html
- [3] Saint Gobain, Manual EHS, Septiembre, Ed. 2009, Memoria de Sostenibilidad, Ed. 2010
- [4] Saint Gobain Gyproc, Estándares de seguridad, Ed. 2012, How To Guide «Pro-Active Safety» Draft Ed. 2012

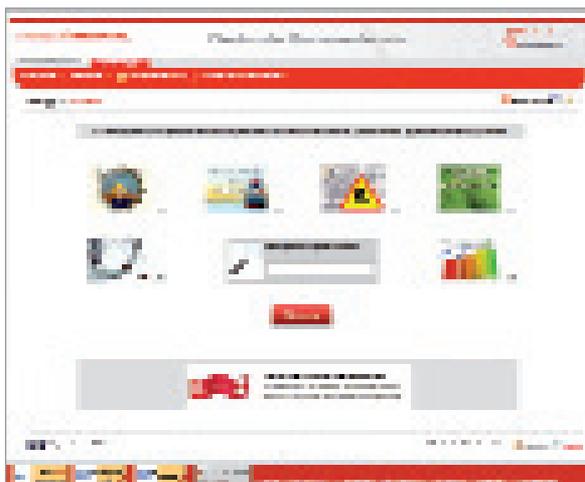
Servicio de Información del Centro de Documentación

El Servicio de Información del Centro de Documentación (**SIC**) ofrece:

- I Un **Catálogo web** permanentemente actualizado, compuesto por más de 124.000 documentos en soporte electrónico, muchos de ellos accesibles a texto completo. Las **Novedades bibliográficas** se actualizan automáticamente mediante la tecnología RSS.
- I Una **Sala de Lectura** abierta al público de 9'00 h a 18'00 h. ininterrumpidamente.
- I Una **Atención personalizada** a cualquier consulta o solicitud de información realizada personalmente, por teléfono o a través de nuestro Catálogo web.



www.fundacionmapfre.com/documentacion



Principales novedades del RD 97/2014 que regula el sector del transporte de *mercancías peligrosas por carretera*

UNA PUESTA AL DÍA NECESARIA

Por **F. TRUJILLO PONS**. Doctor en Derecho del Trabajo y Seguridad Social por la Universidad Jaime I (Castellón de la Plana, España). Cargo: Personal investigador, Doctor de la Universidad Jaime I (frantrujillo84@gmail.com)

El Gobierno español, mediante la promulgación del Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero (BOE 27 febrero 2014, núm. 50), actualiza y modifica la regulación del sector del transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español dado que la anterior norma sobre el particular, el Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, se encontraba obsoleta y era contraria a las normas internacionales vigentes en este momento. No cabe duda de que este hecho supone un avance importante en cuanto a las obligaciones y responsabilidades para los participantes de esta actividad profesional en nuestro país.



La actividad profesional del transporte de mercancías peligrosas por carretera

En un primer término, resulta necesario aclarar en qué consiste la actividad profesional objeto del presente artículo a fin de señalar, posteriormente, la normativa nacional y comunitaria que regula al transporte de mercancías peligrosas por carretera. Cabe señalar al respecto que el transporte de estas mercancías puede ser realizado por diversos modos: terrestre –por carretera, como trataremos en este texto, y por ferrocarril–, marítimo y aéreo.

De este modo, no puede quedar sin destacar la cada vez mayor importancia que adquiere este tipo de transporte en general para la sociedad. Así, a juzgar por la industrialización y el aumento del nivel de vida actual, el uso de mercancías peligrosas y, por ende, su transporte por carretera, se torna como algo imprescindible para el día a día. No en vano, según los modos establecidos de actuar hoy en día, existen productos que son indispensables como el cloro (para purificar las aguas, para la higiene humana y para evitar infecciones), los abonos y pesticidas (sin los cuales en la práctica no cabe agricultura y por ello tampoco una cantidad y calidad de

alimentos), las fibras artificiales (necesarias para la fabricación de vestidos), los diversos compuestos que intervienen en la producción de medicinas, detergentes, pinturas, perfumería y droguería y un larguísimo y casi interminable etcétera de sustancias –entre 10.000 y 15.000 distintas– que entran en mayor o menor grado en el concepto de peligrosas¹.

Así, con estos mimbres, estos productos se conciben como algo necesario y fuera de toda duda sobre su uso, pues es difícil prescindir de productos como la gasolina, los abonos para las cosechas, los plásticos, los medicamentos, los explosivos para la construcción de obras públicas, demoliciones o minas y un largo etcétera. En conjunto, el sector se encuentra en un continuo crecimiento, dado que contribuye a desarrollar simultáneamente otros sectores como la industria, el comercio y el turismo. A todo ello sin duda ayuda el proceso de globalización e internacionalización, que incrementa la necesidad de transportar este tipo de mercancías fuera de España. Desde este prisma, la posición geográfica que tiene nuestro país al actuar como puente entre Europa, América Latina y África imprime un carácter especialmente destacado a los servicios de



(1) SÁNCHEZ-GAMBORINO, F. y GAITÁN REBOLLO, J. «Transportes de mercancías por carretera», Thomson Aranzadi, Navarra, 2010, pág. 522. En esencia, acudiendo al Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas (ADR), las mercancías peligrosas se clasifican en función de los siguientes clases: 1) materias y objetos explosivos; 2) gases; 3) líquidos inflamables; 4) materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias explosivas desensibilizadas sólidas. Dentro de esta clase 4 de mercancías peligrosas también se encuentran a su vez: materias que pueden experimentar inflamación espontánea y materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables; 5) materias comburentes y peróxidos orgánicos; 6) materias tóxicas e infecciosas; 7) materias radiactivas; 8) materias corrosivas; 9) materias y objetos diversos.

Los accidentes en los que se ven involucrados camiones con carga peligrosa pueden resultar catastróficos para la población y el medio ambiente

transporte y aumenta el potencial de crecimiento de su actividad.

También es necesario apuntar la evidente peligrosidad que supone este tipo de transporte por carretera dado que si ya de por sí el transporte de mercancías en general por carretera es una actividad especialmente peligrosa, cuando lo que se transporta son mercancías peligrosas el índice de siniestralidad y de riesgos se incrementa de manera considerable: el transporte de las mismas –debido a sus propiedades originales– puede suponer riesgos para la población, los bienes y el medio ambiente.

Al abrigo de esta peligrosidad, no puede soslayarse el accidente ocurrido en el camping de Los Alfaques (Tarragona) el 11 de julio de 1978, en el que fallecieron 243 personas debido a la explosión de un camión cisterna cargado en exceso con 400 kilogramos de gas propileno licuado. Esta catástrofe, que causó una gran conmoción en la sociedad española, derivó en la promulgación de regulaciones más severas en relación con el transporte de materias peligrosas, como por ejemplo, el desvío de los camiones cisterna con productos peligrosos de las travesías urbanas a las autopistas, así como la intensificación en la adopción de medidas tendentes a mejorar la seguridad de vehículos y transportistas a través de nuevas reglamentaciones sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera².

Ciertamente, la actividad del transporte de mercancías peligrosas por carretera resulta arduamente complicada



La tragedia del camping de Los Alfaques (Tarragona) en 1978 provocó una regulación más severa del transporte de mercancías peligrosas por carretera en España.

por las características especiales en las que se desarrolla (por medio de un vehículo acondicionado a través de la carretera transportando cargas altamente peligrosas) y la gran cantidad de riesgos a los que se enfrentan las personas involucradas en el transporte y en las operaciones de carga y descarga. Es por ello por lo que el personal de las empresas que participan en esta actividad (transportistas, cargadores, expedidores o destinatarios) deben estar debidamente informados y familiarizados con la normativa específica de la actividad, así como formados y capacitados para actuar consecuentemente frente a las más que posibles contingencias a las que se pueden enfrentar durante el ejercicio de la actividad y, por supuesto también, los trabajadores implicados directamente en

estas operaciones: conductores profesionales y ayudantes, así como personal de carga y descarga de los centros habilitados, ya sean trabajadores autónomos o por cuenta ajena que prestan, merced a un contrato laboral, servicios para cada una de las empresas intervinientes en una operación de transporte de mercancías peligrosas.

De entre el conjunto de normas directamente aplicables al sector del transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ejemplo, se exige tanto a los conductores de estas mercancías, como a los responsables de las operaciones ane-

(2) TRUJILLO PONS, F. «La prevención de riesgos laborales en el transporte por carretera de mercancías peligrosas», Editorial Atelier, Barcelona, 2014, págs. 18 y 19.

jas al mismo, una formación específica y concreta para que respondan a las exigencias de su campo de actividad y de responsabilidad durante el transporte por carretera de mercancías peligrosas. Así, estos conductores primordialmente, dada su particular actividad y los riesgos inherentes que conlleva para la población y el medio ambiente –junto con el requisito imprescindible de haber obtenido previamente el respectivo permiso de conducción–, necesitan un certificado de aptitud profesional (conocido por las siglas CAP) y una acreditación especial para transportar mercancías peligrosas; certificaciones que acreditan que han superado unos cursos y exámenes para ejercer la actividad. Este certificado, comúnmente conocido como carné ADR, que acredita a la persona la capacidad suficiente para transportar estas mercancías, se expedirá en función

de la mercancía peligrosa o el medio de transporte a utilizar. De esta forma, existen para mercancías explosivas o radiactivas o bien si el vehículo debe transportar una cisterna.

Junto a estos requisitos inexcusables, entre otras obligaciones, las normas reguladoras también exigen a estos conductores: el cumplimiento taxativo de los límites legales de tiempo de trabajo y de descanso en la actividad; la circulación por unos determinados itinerarios para evitar que esta clase de vehículos se apro-

Si se acude a la clasificación oficial de mercancías consideradas como peligrosas, se observa cómo muchas de ellas son de uso común y diario para la ciudadanía

ximen a las zonas transitadas; y el establecimiento de un protocolo de actuación en caso de accidentes.

Al margen del cumplimiento de estos requisitos y su exposición a unos riesgos tan evidentes, en la persona del conductor de estas mercancías recae una gran responsabilidad³ fruto de las características peligrosas de la mercancía a transportar por carretera, lo que supone la posibilidad de que se produzcan accidentes y, con ello, poner en peligro a la sociedad y poner en entredicho la protección del medio ambiente. No en vano, en casos de accidentes que provoquen una fuga o derrame (bien a tierra, al medio hídrico –perteneciente o rela-

(3) Tal es así que de ella se puede derivar la aparición de riesgos psicosociales como estrés o fatiga física o mental.



Latinstock

tivo al agua— o a la atmósfera) que ha podido resultar contaminante, pueden darse motivos para considerar que se han producido daños ambientales. Generalmente, un accidente con posible daño medioambiental puede afectar tanto a un único medio como a una combinación de varios (aire, agua o suelo); el medio más afectado en la mayoría de ocasiones es el suelo, desde donde el daño ambiental puede expandirse a la atmósfera o al sistema hídrico por infiltración.

Dicho de una forma más clara y concisa, un vehículo de estas características en la vía puede resultar ser una bomba potencial. Máxime cuando con arreglo al Código Penal (art. 348.1) si durante este transporte « (...) contravinieran las normas de seguridad establecidas, poniendo en concreto peligro la vida, la integridad física o la salud de las personas, o el medio ambiente, serán castigados con la pena de prisión de seis meses a tres años, multa de doce a veinticuatro meses e inhabilitación especial para empleo o cargo público, profesión u oficio por tiempo de seis a doce años», por lo que su situación, cuanto más, resulta ser altamente conflictiva.

Normativa nacional y comunitaria aplicable al transporte de mercancías peligrosas por carretera

La peligrosidad del sector no pasa desapercibida para la comunidad nacional e internacional, por lo que para reducir al máximo los riesgos tan graves que entraña el transporte por carretera de las mercancías peligrosas, así como la carga y descarga de las mismas, cualquier precaución es poca. Es por ello por lo que a lo largo de los años se ha ido promulgando un conjunto de normas jurídicas para regular la actividad y, simultáneamente, tratar de minimizar en la

El cada vez mayor volumen de mercancías peligrosas transportadas por carretera exige una regulación normativa eficaz a nivel estatal

medida de lo posible los efectos que conlleva una actividad tan peligrosa. En efecto, a nivel nacional se aprobó el Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español (BOE 12 de mayo 2006), para trasladar a la legislación nacional el contenido establecido por la normativa internacional recogida por el Acuerdo Europeo relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (comúnmente ADR⁴).

De este modo, a través de la citada norma nacional, que, como veremos, ha sido recientemente modificada y sustituida con objeto de actualizar la regulación de nuestro país respecto a la comunitaria, España, a nivel internacional —al igual que la mayor parte de los Estados miembros—, está adherida al mencionado ADR desde el 19 de octubre de 1972. De esta forma, dado que se trata de un acuerdo entre Estados, su contenido es imperativo para los territorios contratantes, es decir, sus disposiciones son de obligado cumplimiento para todos aquellos países que se encuentran adheridos al mismo.

En atención al contenido del ADR, cabe señalar, básicamente, que establece normas uniformes para regular la seguridad del transporte internacional de mercancías peligrosas, que son de aplicación también al transporte nacional con objeto de armonizar en todo el ámbito europeo las condiciones del transporte de mercancías peligrosas y garantizar el funcionamiento adecua-



do del mercado común de esta actividad. A estos efectos, del ADR se derivan las siguientes prescripciones generales: 1) clasificación de las mercancías, incluidos los criterios de clasificación y los métodos de pruebas relativos a ellos; 2) utilización de los embalajes (incluido el embalaje en común); 3) utilización de las cisternas (incluido su llenado); 4) procedimientos de expedición (incluido el marcado y etiquetado de los bultos, la señalización de los medios de transporte, así como la documentación y los datos prescritos); 5) disposiciones relativas a la construcción, la prueba y la aprobación de los envases, embalajes y de las cisternas; y 6) utilización de los medios de transporte (incluida la carga, la carga en común y la descarga).

(4) Siglas con las que se da a conocer a este convenio que vienen tanto del nombre del acuerdo en inglés como en francés: *European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road* y *Accord Européen Relatif au Transport des Marchandises Dangereuses par Route*, respectivamente.



Latinstock

La razón de ser del Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero

El 27 de febrero de 2014, el Gobierno publicó en el *Boletín Oficial del Estado* una nueva regulación relativa a las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español: el Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero. Sucintamente, esta norma deroga y sustituye el citado anteriormente Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, a fin de poner al día todas aquellas normas que han quedado obsoletas o son contrarias a las normas internacionales vigentes en este momento.

Con esta norma se cubre una necesidad que ha sido acuciante durante los últimos años, pues el extinto Real Decreto 551/2006 continuaba siendo de aplicación pese a que parte de su contenido era contrario al último ADR⁵. No en vano, desde la entrada en vigor del

Real Decreto 551/2006 se han producido diversas modificaciones en esta materia en la normativa comunitaria e internacional. En efecto, por una parte, la Directiva 2008/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de septiembre de 2008, sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas, ha venido a refundir las anteriores Directivas 94/55/CE del Consejo, de 21 de noviembre, sobre aproximación de las legislaciones de los Estados miembros con respecto al transporte de mercancías peligrosas por carretera, y la 96/49/CE

La génesis normativa del transporte de mercancías peligrosas por carretera reside principalmente en el ADR: Acuerdo Europeo relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera

del Consejo, de 23 de julio, sobre aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas al transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril. De esta forma, consecuentemente, el Real Decreto 97/2014 febrero transpone la citada Directiva 2008/68/CE en lo que afecta al transporte por carretera a nivel nacional.

De modo que en virtud del Real Decreto 97/2014 el legislador español pretende desarrollar normas internas para regular el transporte por carretera de mercancías peligrosas en los aspectos que, o bien no se contemplan en el ADR, o bien deja libertad a los Estados para su desarrollo o concreción. En cuanto a las novedades más destacables de este nuevo texto normativo, resulta importante señalar los siguientes aspectos:

1. Adecuación al Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera

Se establece con carácter general la aplicabilidad del ADR a los transportes que se realicen íntegramente dentro del territorio español.

2. Normas sobre la operación de transporte

En este sentido, se desarrollan las normas aplicables a la tripulación de los vehículos de transporte, las normas especiales de circulación por las vías públicas y las autoridades competentes y las circunstancias en las que se pueden emitir permisos excepcionales o especiales para el transporte y circulación en condiciones distintas a las reguladas.

(5) Publicado en el BOE número 63, del día 14 de marzo de 2013. En este sentido, hay que aclarar que el ADR se revisa cada dos años, coincidiendo con años impares.

A nivel nacional, tras ocho años del único precedente normativo que existía (Real Decreto 551/2006), el legislador ha conseguido mediante el nuevo Real Decreto actualizar las disposiciones sobre este sector tan peligroso y a la par importante para la sociedad

3. Normas técnicas sobre vehículos de transporte, envases y embalajes, grandes recipientes para granel, grandes embalajes y contenedores a granel

Merced a estas normas técnicas se regulan las condiciones, requisitos, documentación y pruebas a cumplir por los envases, embalajes, grandes recipientes para granel, grandes embalajes, vehículos, cisternas, vehículos batería, contenedores de gas de elementos múltiples, vehículos para el transporte de explosivos, vehículos portadores de cisternas y contenedores para granel para materias en forma de polvo o granos, para que se les autorice a contener o transportar mercancías peligrosas. También se regulan las condiciones y requisitos para la importación de cisternas, vehículos batería, vehículos para el transporte de explosivos y unidades móviles para la fabricación de explosivos.

Las novedades con respecto a la normativa vigente se refieren, principalmente, a la fabricación y control de envases y embalajes, grandes recipientes para granel y grandes embalajes, clarificando los requisitos y periodos de inspección. Del mismo modo, se clarifican la vigilancia y el control durante todo el proceso de fabricación de las cisternas, y las actuaciones de los fabricantes y organismos de control, cuando el fabricante sea extranjero. El resto de las modificaciones se refiere básicamente a la adecuación de las referencias a las normas industriales vigentes. Además, se regulan las estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) y los organismos autorizados para el control de

estos recipientes o vehículos, la documentación y los trámites administrativos a cumplir.

4. Normas de actuación en caso de avería o accidente

En esta línea, se regulan las actuaciones a realizar en caso de avería o accidente de vehículos que transporten mercancías peligrosas, tanto por parte de la tripulación del mismo, como por parte de los órganos de intervención, sus planes de actuación y los informes que se tienen que realizar a los diferentes ór-

ganos competentes en materia de control de tráfico y seguridad vial.

Asimismo, también resulta crucial señalar cómo a través del Real Decreto 97/2014 se recogen una serie de normas de actuación relativas a las operaciones de carga y descarga. Estas operaciones, al igual que el propio transporte por carretera, son fundamentales para la actividad dado que a través de ellas el transporte de estas mercancías peligrosas cumple su fin, que no es otro que hacerlas llegar desde el lugar de origen al lugar de destino. Fruto de su importancia, el legislador, siempre al abrigo de lo dispuesto en el vigente ADR, desarrolla las normas de carga y descarga de forma general, es decir, incluyendo cualquier maniobra independientemente del tipo de vehículo. Desde esta perspectiva, contempla la información que



se debe proporcionar para desarrollar estas maniobras, su documentación, las operaciones previas a la carga o la descarga, las operaciones en sí mismas, la posibilidad de derivar responsabilidades, las operaciones de carga en común y las limitaciones existentes. Finalmente, también regula las operaciones que se deben realizar una vez terminada la carga o descarga. En este sentido, cabe señalar como novedad importante respecto a la anterior norma nacional la clarificación de responsabilidades del cargador y del transportista en cuanto a las obligaciones establecidas en el ADR sobre la señalización de los bultos y la de los vehículos.

Por otra parte, sin dejar de señalar los aspectos más destacables del presente Real Decreto, el vigente ADR, publicado el 14 de marzo de 2013, ha sido objeto de

numerosas modificaciones, entre las que cabe destacar la incorporación a su texto de las normas de la Directiva 96/35/CE del Consejo, de 3 de junio de 1996, relativa a la designación y a la cualificación profesional de consejeros de seguridad para el transporte por carretera, por ferrocarril o por vía navegable de mercancías peligrosas. Antes de la salida de esta norma nacional, el legislador incorporó a nuestro ordenamiento interno la figura del consejero de seguridad⁶ a través del Real Decreto 1566/1999, de 8 de octubre (BOE 27 febrero 2014), que había quedado en gran parte vaciado de contenido en lo que se refiere al transporte por carretera. Por ello, parafraseando el texto del Real Decreto objeto del presente artículo, se estima conveniente modificar la citada disposición excluyendo de su ámbito de aplicación al transporte por carretera e incorporando al mismo las escasas normas que no han sido recogidas en el ADR. Ciertamente, mediante este nuevo texto se imponen nuevas obligaciones para los consejeros de seguridad que implican nuevas cargas para las empresas afectadas; no obstante, quedan sobradamente compensadas en el contexto del proceso de reducción de cargas administrativas que se está llevando a cabo en la normativa general reguladora del transporte por carretera.

Conclusiones

A la luz de la reciente promulgación del Real Decreto 97/2014, se cubre un vacío importante en relación a las operaciones de transporte de mercancías peligrosas en territorio español, pues, hasta el pasado 14 de febrero, nuestro ordenamiento jurídico carecía de un acoplamiento normativo a las últimas e importantes novedades legislativas comunitarias además del vigente y actual ADR (BOE 14 de marzo de 2013) y

de la Directiva 2008/68/CE, en lo que afecta al transporte por carretera (DOL 30 de septiembre de 2008).

De este modo, tal y como se ha pretendido subrayar en este artículo, esta norma cubre la desactualización que existía en su ulterior norma (RD 551/2006) y pone al día todas aquellas prescripciones obligatorias que habían quedado obsoletas o eran contrarias a las normas internacionales vigentes en este momento. En definitiva, nuestro país, haciendo uso de sus facultades normativas, ha dado un paso importante con objeto de unificar sus criterios con los establecidos al abrigo del ADR. Sin duda, esta novedad en el conjunto del ordenamiento jurídico interno supone una mayor protección para las empresas y trabajadores participantes de este sector de actividad –ya de por sí tan peligroso– dado que se acopla la regulación nacional a la comunitaria. ♦

(6) En apretada síntesis, aquellas empresas que carguen o descarguen mercancías peligrosas deben designar por imperativo legal como mínimo a un consejero de seguridad. De modo que, amén del artículo 25 del RD 97/2014, podrán ejercer las funciones de esta figura, siempre que cumplan los requisitos exigidos en el mismo Real Decreto y en el ADR: a) el titular o el director de la empresa; b) los miembros del personal de la empresa designados por el titular o el director de aquella; y c) otras personas no pertenecientes a la empresa o dependientes de entidades, empresas o instituciones públicas o privadas, que estén ligadas a ella por cualquier fórmula de colaboración para desarrollar dichas actividades.

Referencias

- [1] SÁNCHEZ-GAMBORINO, F. y GAITÁN REBOLLO, J. «Transportes de mercancías por carretera», Thomson Aranzadi, Navarra, 2010, pág. 522.
- [2] TRUJILLO PONS, F. «La prevención de riesgos laborales en el transporte por carretera de mercancías peligrosas», Editorial Atelier, Barcelona, 2014, págs. 18 y 19.



MINERÍA URBANA:

extracción de recursos de los vertederos

Por **DR. IGNASI PUIG VENTOSA**. Ingeniero industrial superior por la Universitat Politècnica de Catalunya. Master of Science in Monitoring, Modelling and Management of Environmental Change por King's College London. Doctor en Ciencias Ambientales por la Universitat Autònoma de Barcelona (especialidad Economía Ecológica y Gestión Ambiental). Coordinador de proyectos en ENT Environment and Management (www.ent.cat) y de la Fundació ENT (www.fundacioent.cat). E-mail: ipuig@ent.cat. **MARIA CALAF FORN**. Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Máster en Ingeniería y Gestión de las Energías Renovables por el Instituto Catalán de Tecnología. Máster oficial en Estudios Ambientales por la Universidad Autónoma de Barcelona (especialidad Economía Ecológica). Consultora ambiental en ENT y Fundació ENT, experta en gestión de residuos y fiscalidad ambiental y de los residuos. **MARTA JOFRA SORA**. Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Máster en Ingeniería y Gestión de las Energías Renovables por el Instituto Catalán de Tecnología. Máster en Agricultura Ecológica por la Universidad de Barcelona. Consultora ambiental en ENT y Fundació ENT, experta en gestión de residuos y fiscalidad ambiental.



El presente artículo estudia la potencialidad del *landfill mining* en los vertederos españoles, concepto que denomina el proceso de recuperación de materiales residuales depositados en vertederos para su uso posterior como materiales secundarios y, cuando no es posible, para su reaprovechamiento energético. Como conclusiones generales, el artículo sostiene que en España existe tanto potencial como tecnologías adecuadas para aplicar estos procesos de minería de vertedero, una actividad que creará puestos de trabajo, reducirá la dependencia exterior de algunas materias primas y, además, contribuiría a alcanzar los compromisos españoles de mitigación del cambio climático.



Introducción y antecedentes

Se estima que en 2001 había del orden de 8.200 vertederos en España. La entrada en vigor de normas ambientales crecientemente estrictas provocó el cierre de muchos de ellos y en 2010 solo 142 vertederos eran reconocidos como vertederos controlados en activo por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ^[1 y 2].

Los vertederos, aparte de instalaciones que provocan diversos impactos ambientales, son también depósitos de recursos naturales, pues contienen cantidades ingentes de materiales que en su día fueron rechazados, algunos de los cuales muy valiosos, como ciertos metales preciosos o tierras raras.

En este sentido, recientemente se ha acuñado a escala internacional el término *urban mining* para denominar los procesos de recuperación de los residuos de materiales secundarios valiosos (tales como metales férricos y no férricos) para ser usados posteriormente en la fabricación de nuevos productos. En este marco se incluye el concepto específico de *landfill mining*, que denomina la recuperación de materiales residuales depositados en vertederos para su uso posterior como materiales secundarios o para su valorización energética. En castellano se ha venido traduciendo indistintamente como «minería urbana» o «minería de vertedero».

El presente artículo se centra en el estudio de la potencialidad del *landfill mining* en los vertederos españoles y se focaliza sobre todo en los objetivos de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y en la recuperación de recursos para ser reciclados.

En todo el mundo se han llevado a cabo hasta la fecha diversos proyectos

de extracción de recursos de vertederos, principalmente en Estados Unidos, pero también en Europa y en Asia. En España, hasta la fecha solamente se conoce la experiencia del desmantelamiento del vertedero de Berga, en 2010¹. En la mayoría de casos la iniciativa ha provenido de las Administraciones y ha tenido por objetivo principal la resolución de un problema específico de la región, como la conservación del espacio donde estaba ubicado el vertedero o la prevención de la contaminación de la tierra, el agua o el aire circundantes^[3]. No ha sido hasta más recientemente que se han desarrollado proyectos en los que el énfasis principal se ha puesto en la recuperación de los recursos contenidos en los vertederos, y de forma experimental^[3].

Esta nueva perspectiva de minería de vertedero presenta, además de un interés económico, un potencial ambiental en términos, por ejemplo, de mitigación del cambio climático y de reducción de la presión sobre los recursos naturales escasos. La materialización de este potencial, sin embargo, depende de varios factores, como la cantidad y calidad de los recursos depositados en los vertederos, la capacidad tecnológica disponible para la separación de los materiales, los costes de la tecnología de extracción y separación o el precio de ciertos recursos en el mercado, que a su vez dependen de la demanda de los mismos.

Objeto y alcance

El objetivo principal del presente artículo de investigación es evaluar la viabilidad de la extracción de recursos de los vertederos españoles. Otros objetivos del artículo son los siguientes:

- Estimar la cantidad de residuos valorizables depositados en los vertederos españoles.

- Evaluar la madurez de las tecnologías existentes para la extracción de recursos de los vertederos.
- Identificar los criterios que deberían cumplir los vertederos para ser considerados susceptibles de ser sometidos a un proyecto de *landfill mining*.
- Analizar si la minería de vertedero podría contribuir a los compromisos españoles sobre mitigación del cambio climático.

Los objetivos de recuperación de los espacios, remediación, recuperación de energía y reducción de los costes de gestión de los vertederos quedan en segundo lugar.

El estudio se centra en los vertederos controlados, y no en los incontrolados, para determinar el potencial de *landfill mining*, porque existen más datos acerca de los mismos, son de dimensiones mayores y porque su configuración es más segura para efectuar extracciones de residuos.

A lo largo de todo el documento se aplica el enfoque de gestión de residuos que prevalece según la jerarquía legal de residuos a nivel europeo, y también español, que prioriza el reciclaje frente a la valorización energética y al vertido de residuos.

Metodología

A continuación se detalla la metodología seguida:

■ Estimación de los residuos valorizables presentes en los vertederos españoles

La estimación de los residuos valorizables presentes en los vertederos españoles (apartado 4) se ha estimado a partir de las cantidades históricamente vertidas y de análisis de composición.

Para la obtención de los datos históricos de vertido de residuos domésticos

se parte de información proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), aunque para datos anteriores a 1990 se ha recurrido a estadísticas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y de Eurostat. No se han encontrado datos anteriores a 1980.

Por otro lado, la obtención de la composición de los vertederos españoles se ha estimado de acuerdo a estudios empíricos realizados en distintos vertederos a nivel mundial^[5] (Tabla 3). Aun así, cabe tener en cuenta que cada vertedero tiene su variabilidad, que habrá que analizar específicamente *in situ*.

■ Tecnología de extracción y recuperación de materiales en vertedero

En segundo lugar, la presentación de la tecnología de extracción y recuperación de materiales en vertedero (apartado 5) se ha basado en la revisión de bibliografía especializada^[6, 3 y 7]. A partir principalmente de Hogland *et al.*^[8] se presenta la descripción de las fracciones resultantes del proceso de extracción de los residuos de vertedero.

■ Estimación de los costes de la minería de vertedero

Para la elaboración de este apartado se ha realizado principalmente una revisión bibliográfica y una selección de los datos de más interés para el estudio.

Para la descripción de los costes de excavación se han seleccionado por su relevancia los estudios de Innovative Waste Consulting Services^[6], Van Passel *et al.*^[9] y Van der Zee *et al.*^[10]. Para el análisis de los puestos creados se han presentado valores en términos absolutos y por to-

(1) Según un estudio de Savage *et al.*^[4], la primera experiencia de minería de vertedero se llevó a cabo en Israel en 1953, con el fin de obtener fertilizante para los huertos.



Latinstock

Gestión de residuos domésticos mediante vertedero

Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ^[14, 2] y la OCDE ^[15], el tratamiento de residuos en vertedero controlado pasó del 37 por ciento en 1980 al 60 por ciento en 1996 (Figura 1). Entre 1997 y 2004 atravesó una fase de estabilización e incluso de recesión, hasta llegar a niveles del 48 por ciento. A partir de 2004, cuando dejan de contabilizarse los residuos depositados en vertedero incontrolado³, el porcentaje de residuos gestionados en vertedero controlado ha estado aumentando hasta llegar al 70 por ciento en 2010, lejos del 49 por ciento europeo de 2008 ^[16]. En términos absolutos, ha significado un ascenso, desde 1990 a 2010, de unas 500.000 toneladas anuales promedio de residuos depositados en vertederos controlados. En conjunto, la evolución de los datos

nelada de residuo extraída y tratada, derivados del proyecto de Houthalen-Helchteren (Bélgica), extraídos del estudio de Sips y Koppers ^[11]. Para el apartado 6.3, que aborda la cuestión del valor en el mercado de los productos extraídos, se ha entrevistado a expertos en valorización de residuos y se han obtenido datos reales de venta de materiales². También se han empleado los estudios de Grantham ^[12] y Hedrick ^[13] para el análisis de los precios.

tado 4.5). Finalmente, se hace una valoración cualitativa acerca de la dependencia exterior en cuanto a las importaciones españolas de materiales también presentes en vertederos (apartado 4.6).

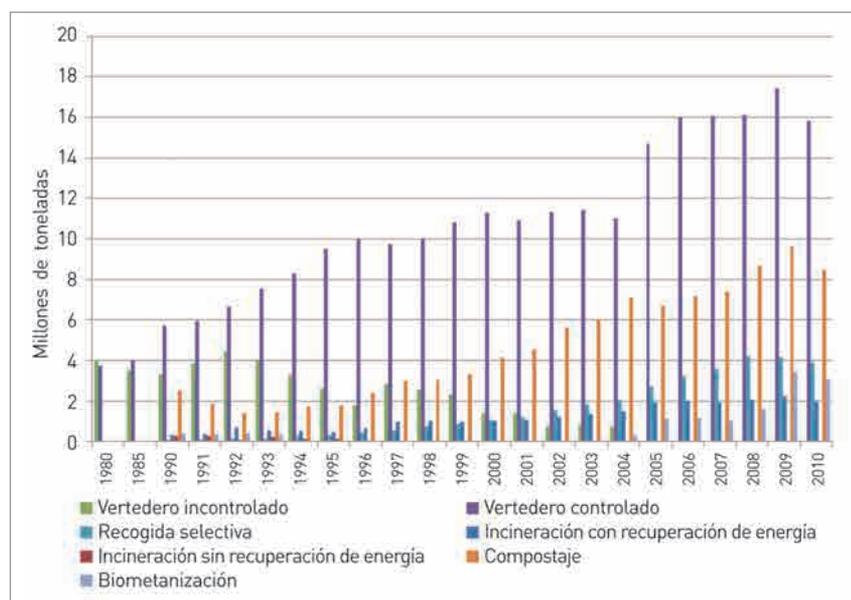
(2) Datos facilitados por el Consorci per al Tractament de Residus Sòlids Urbans del Maresme (Barcelona).

(3) Por ser prácticamente insignificante.

Estimación de los residuos valorizables presentes en los vertederos españoles

A continuación se presentan los resultados estimados de gestión mediante vertido, del parque de vertederos españoles y de la composición de los residuos vertidos (apartados 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4) y unos criterios para la selección de los vertederos donde aplicar minería urbana (apar-

Figura 1. Evolución del tratamiento de residuos domésticos en España, 1980-2010.



Fuente: OCDE ^[15] y MAGRAMA ^[14, 2].

Tabla 1. Evolución del número de vertederos controlados de residuos domésticos no peligrosos en España, 1998-2010.

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nº de vertederos controlados	199	195	192	191	195	187	187	188	183	162	149	147	142

Fuente: MAGRAMA ^[14, 2].

de residuos depositados en vertederos (Figura 1) muestra cómo este tratamiento ha sido el predominante en España.

De acuerdo con los datos presentados y las fuentes consultadas, actualmente hay, como mínimo, 275 millones de toneladas de residuos domésticos en los vertederos españoles controlados.

Parque de vertederos controlados presentes en el territorio español

La Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, sobre Vertederos, transpuesta en España por el Real Decreto 1481/2001, supuso un punto y aparte en la gestión de vertederos. El citado Real Decreto establecía el año 2002 como fecha límite para la realización de un plan de acondicionamiento de los vertederos. Una

mayoría (83 por ciento en 2009) lo han realizado, aunque algunos con posterioridad a la fecha. Con anterioridad a la aprobación del Real Decreto, en España había al menos 8.200 vertederos, que presentaban una situación ambiental desconocida, y entre los vertederos «controlados» identificados (unos 315) todavía una mayoría no cumplía con los requisitos establecidos por la Directiva ^[1].

El número de vertederos controlados de residuos domésticos no peligrosos en España ha ido decreciendo desde 1998. Antes de esta fecha no se dispone de datos (Tabla 1). Según la Tabla 2, la tendencia ha sido la de clausura de los vertederos «controlados» más pequeños. Al mismo tiempo, nuevos vertederos, en general de gran capacidad, han iniciado su explotación.

En 2010 se vertieron un total de 15.833.489 toneladas de residuos domésticos en los 142 vertederos controlados. En 2010, el 49 por ciento de los vertederos disponían de captación de metano, cuando en 2007 solo eran el 14 por ciento ^[14].

Según la Tabla 2, la mayoría de los vertederos españoles (de residuos no peligrosos, peligrosos e inertes ⁴) reciben entre 10.000 y 300.000 toneladas al año. Se estima que tienen una capacidad promedio que supera los dos millones de toneladas y que actualmente se encuentran globalmente por encima de la mitad de la capacidad total de llenado. Esto podría ser indicativo de la cantidad total de residuos depositados en vertederos controlados, aunque no se diferenciaría entre residuos domésticos, inertes y peligrosos y, además, no se dispone de información acerca de los vertederos de residuos domésticos actualmente sellados. Por este motivo, se ha tomado como dato de los residuos presentes en vertedero aquél derivado de las series históricas de generación de residuos domésticos (apartado 4.1), en lugar de estimaciones a partir del parque de vertederos.

Composición de los residuos presentes en vertederos

Siguiendo la aproximación descrita en la metodología (apartado 3.1), se ha tomado como referencia la composición promedio de los residuos en los vertederos controlados obtenida de la revisión de 22 casos internacionales de minería de

Tabla 2. Evolución de algunas características de los vertederos controlados españoles, entre 2003 y 2009.

Características / Año	2003	2007	2009
Año de inicio:			
Antes de 1990 / 1995 ¹	52,96%	14%	13%
1990 – 2001 / 1995 – 2001 ¹	34,66%	62%	60%
2002 – 2005		17%	17%
Después de 2005 / 2001 ¹	12,36%	7%	10%
% de llenado de su capacidad total		57%	61%
Edad media (años)		10	11,2
Años para su sellado		7,4	
Capacidad media		2.700.000	2.300.000
Toneladas por año (promedio)		100.000	123.000
< 5.000 t/año		11%	2%
5.000 – 10.000 t/año		13%	13%
10.000 – 50.000 t/año		32%	27%
50.000 – 100.000 t/año		17%	19%
100.000 – 300.000 t/año		18%	36%
> 300.000 t/año		10%	3%

(1) Para 2003 son válidos los segundos intervalos de años indicados.

Nota: Son datos acerca de los vertederos de residuos no peligrosos, peligrosos e inertes.

Fuente: Uriarte et al. ^[1, 17] y Uriarte ^[18].

(4) No se dispone de datos desagregados para los diferentes tipos de vertederos.

Tabla 3. Composición del material presente en los vertederos, basada en 22 estudios.

Tipo de material	Promedio
Tierra	54,7%
Papel	6,8%
Plástico	8,3%
Madera	6,8%
Textiles / goma / piel	6,6%
Materiales inertes	10,6%
Residuos orgánicos	2,7%
Metales férricos	2,9%
Metales no-férricos	0,5%
Residuos peligrosos	0,1%
TOTAL	100,0%

Fuente: Svensson *et al.* ^[3].

vertedero. Típicamente, los vertederos de residuos domésticos contienen un 50-60 por ciento de un material tipo suelo o tierra (procedente del material cobertor y del residuo fuertemente degradado), un 20-30 por ciento de combustibles (p.e. plásticos, papel y madera), un 10 por ciento de materiales inorgánicos (p.e. cemento, piedras y vidrio) y un pequeño porcentaje de metales (la mayoría de ellos férricos) ^[5]. Los distintos materiales encontrados en los 22 estudios se agregaron en 10 categorías de materiales (Tabla 3) ^[3].

Estimación de los residuos valorizables en los vertederos españoles

Teniendo en cuenta la composición mostrada en la Tabla 3, se presenta a continuación la estimación de la cantidad de materiales presentes en los vertederos españoles (Tabla 4).

Entre los metales se encuentra un grupo llamado tierras raras o metales raros, un grupo de 17 elementos de la tabla periódica que se utilizan a nivel industrial para la fabricación desde automóviles, teléfonos móviles y ordenadores, hasta armas avanzadas. Estos materiales –entre los que destacan el escandio, el itrio y los lantánidos– tienen propiedades físicas y

Los vertederos de residuos domésticos contienen un 50-60% de un material tipo suelo o tierra, un 20-30% de combustibles, un 10% de materiales inorgánicos y un pequeño porcentaje de metales

Tabla 4. Estimación del material presente actualmente en los vertederos españoles, suponiendo los residuos generados desde 1980 a 2010.

Tipo de material	Cantidad (t)
Tierra	195.649.720
Papel	24.322.086
Plástico	29.687.252
Madera	24.322.086
Textiles / goma / piel	23.606.730
Materiales inertes	37.913.840
Residuos orgánicos	9.657.299
Metales férricos	10.372.654
Metales no-férricos	1.788.389
Residuos peligrosos	357.678
TOTAL	357.677.734

Nota: A los residuos vertidos de 1980 a 2010 se les ha añadido un 30 por ciento más de peso procedente del material cobertor, de acuerdo con Hogland *et al.* ^[6]. Fuente: Elaboración propia a partir de Svensson *et al.* ^[3] y MAGRAMA ^[14, 2].

químicas que mejoran las prestaciones de discos duros, convertidores catalíticos, magnetos y láseres, entre otros. En los últimos años el uso de estos materiales ha evolucionado al alza y previsiblemente esta tendencia se mantendrá debido a la creciente demanda de los países emergentes. La Comisión Europea ha llevado a cabo un estudio de su disponibilidad, que concluye que están bajo una presión creciente ^[19]. Por lo tanto, el desperdicio de dichos aparatos y equipos en vertedero significa una pérdida sustancial de estos materiales estratégicos.

Criterios de selección de vertederos donde aplicar minería urbana

Para la elección de los vertederos con potencial de aplicación de procesos de minería de vertedero se deberían priorizar los siguientes aspectos:

- Tener en cuenta no solo la recuperación de materiales, sino también la remediación de espacios degradados.
- Estabilidad de los taludes. La priorización de los vertederos estables reduce el riesgo de accidentes durante la excavación del material.
- Priorización de vertederos de cierto tamaño, para aprovechar economías de escala. Fruto de los diferentes análisis, se sugiere establecer como criterio mínimo para aplicar un proyecto de minería de vertedero disponer de una cantidad mínima de unas 300.000 toneladas.
- La edad del vertedero puede ser un aspecto determinante en la composición de los materiales encontrados: cuanto más moderno sea el vertedero, mayor proporción de plásticos y metales y menor proporción de materia orgánica contendrá; además, cuanto más antiguo, mayor grado de descomposición de los materiales habrá tenido lugar, con lo que será más difícil su recuperación.
- Que el emplazamiento del mismo esté lo suficientemente alejado de núcleos de población para no ocasionar molestias (ruido, polvo, olores, etc.).
- Que el vertedero no haya sido sellado todavía, puesto que la inversión y esfuerzo para excavar se ven reducidos en este caso.

Comparativa con las importaciones de la economía española

La cantidad de importaciones indica la dependencia exterior en cuanto a la provisión de distintos recursos. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), entre 1994 y 2010 España ha sido impor-

tador de piedras preciosas, hierro y acero, cobre, níquel, aluminio, plomo, cinc, estaño y otros metales comunes por un valor de 176.728 millones de euros. El precio comercial de algunos metales también presentes en vertedero y potencialmente recuperables es significativamente elevado. Esto, conjuntamente con los enormes reservorios existentes en los vertederos, puede ser indicativo del potencial que la minería de vertedero tendría para reducir la dependencia exterior de algunas materias primas.

Aun así, cabe tener en cuenta que el precio de los materiales recuperados en vertedero es sensiblemente inferior al de los materiales vírgenes, especialmente en el caso de los productos más sensibles a la degradación.

Estudio de las tecnologías disponibles para la extracción de recursos de los vertederos

El proceso de minería urbana consiste típicamente en tres operaciones principales: excavación del material, procesamiento del material excavado y gestión del material procesado y/o excavado. Para la excavación se utilizan equipos comúnmente empleados en minería de superficie y también en operaciones de vertedero, como las retroexcavadoras y las excavadoras hidráulicas ^[6].

El material excavado puede ser procesado aplicando una separación de residuos voluminosos y materiales peligrosos, un tamizado de la tierra y una posterior selección de materiales que permita obtener una fracción gruesa, con opciones de ser en parte reciclada, y una fracción fina, que pueda servir nuevamente como cobertor de vertederos o como material para la recuperación de espacios degradados. Para los residuos extraídos que no puedan ser aprove-

El proceso de minería urbana consta de tres operaciones principales: excavación del material, procesamiento del material excavado y gestión del material procesado y/o excavado

chados con procesos posteriores de reciclaje se puede contemplar otro tipo de tratamientos complementarios, tales como la incineración y la redeposición en vertedero (Figura 2).

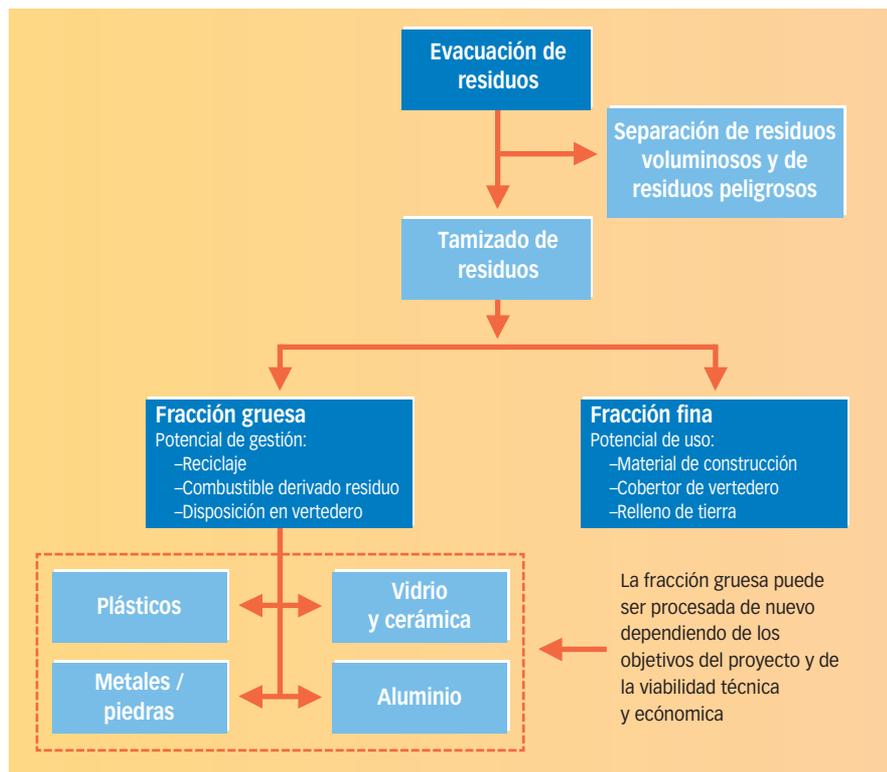
Existen dos tipos principales de tecnologías o procesos de separación dependiendo de la localización del equipo, pero el proceso de separación de los materiales es similar: las plantas estacionarias y las plantas móviles. Las primeras se diseñaron haciendo hincapié en separar la mayor cantidad posible de material para su reciclado, sobre todo en referencia a la recuperación de combustibles, plásticos para el reciclaje y metales no férricos (Figura 3). Por otro lado, las plantas móviles se concibieron

haciendo hincapié en la simplicidad, para ser transportables y manejables en el mismo vertedero, capturando *in situ* parte de los residuos ^[20, 21, 22, 23].

A partir de los procesos de tamizado descritos en ambas metodologías, pueden obtenerse diversas fracciones de grosores distintos (normalmente dos o tres): la fracción gruesa (p.e. >50 mm), la fracción fina (<18 mm o <25 mm, según tamiz) y la fracción intermedia.

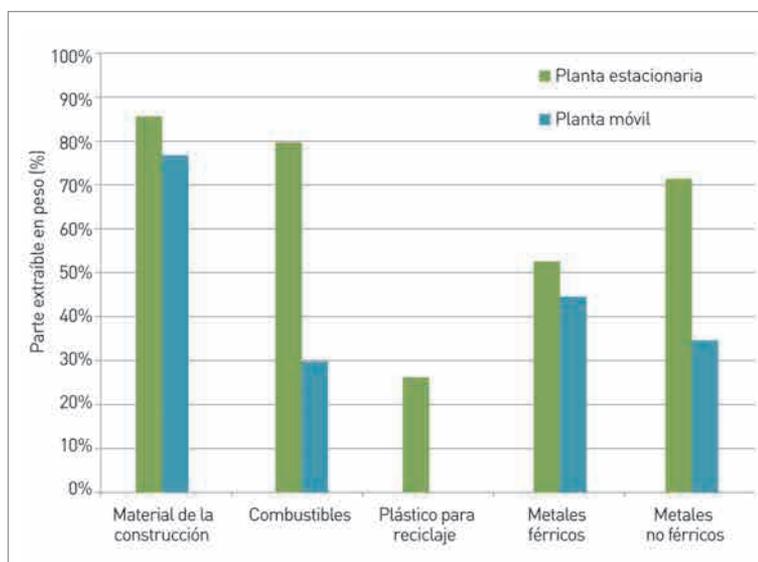
La fracción con mayor representación en peso, por encima de la mitad del total del material excavado, acostumbra a ser la gruesa, y la de menor proporción, la fina. Una parte importante de esta última proviene del material utilizado para cubrir los residuos, que representa del or-

Figura 2. Proceso de recuperación y gestión del material excavado en vertedero



Fuente: Adaptación de Innovative Waste Consulting Services ^[6].

Figura 3. Estimación de la recuperación de distintos materiales de los vertederos según el uso de tecnología estacionaria o móvil.



Fuente: Adaptación de Krook^[24].

den del 30 por ciento^[8], además del material inerte tipo tierra y del residuo orgánico fuertemente degradado existente en los residuos vertidos. El destino de dicha fracción puede ser el vertedero u otros usos, como material cobertor de vertederos, para restaurar espacios o como material de construcción^[8].

La fracción gruesa suele contener elevadas cantidades de madera y papel, que puede llegar a constituir el 50 por ciento del peso total. Es la que tiene mayor poder calorífico, aunque su valor oscila dependiendo de la fuente⁵. El contenido de metales es superior que en las otras dos fracciones (puede llegar al 5 por ciento) y la recuperación de estos es posible. También hay piedras (hasta un 10 por ciento), residuo vegetal de jardín (hasta un 6 por ciento) y residuos peligrosos (hasta un 2,5 por ciento). La producción de metano y la combustión pueden ser también con-

sideradas alternativas para la gestión de la parte no reciclable de esta fracción^[8].

La fracción intermedia contiene piedras y material de suelo indefinido. Esta fracción también tiene una proporción orgánica sustancial. Asimismo, pueden recuperarse algunos metales. Las aplicaciones para la parte no reciclable de esta fracción pueden ser la digestión o fermentación, o la combustión^[8].



(5) En Suecia se estimó entre 6,9 y 7,9 MJ/kg^[8]. Por otro lado, Obermeier y Saure^[25] lo sitúan en 11 MJ/kg, y Cossu et al.^[26], Rettenberger^[22] y Schillinger et al.^[27] encontraron valores de hasta 20 MJ/kg.

Estimación de los costes de la minería de vertedero

El coste es un factor clave para determinar la viabilidad de un proyecto de minería de vertedero. Sin embargo, también hay que tener en cuenta los costes ambientales evitados gracias a los proyectos de minería urbana. La consideración de estos costes ambientales en la toma de decisiones podría ser un elemento clave a la hora de impulsar proyectos de este tipo.

Coste de las operaciones de extracción

En la literatura existe cierto consenso en que cada proyecto de minería de vertedero tiene su conjunto único de condiciones y objetivos que directa o indirectamente influyen en su viabilidad económica^[7]. Algunos de los factores que influyen en el coste de excavación son el volumen de residuos excavados, la tecnología empleada para la excavación, la ubicación del vertedero, el volumen de residuos depositados en el mismo o el hecho de que el vertedero esté sellado o no.

En cuanto a los costes de excavación y transporte de materiales en vertedero,

tomando como referencia diversos proyectos de minería de vertedero (Berga, en Cataluña, EUA ^[6], Flandes ^[9] y Houthalten-Helchteren (Bélgica) ^[9]) se obtiene un valor promedio aproximado de 3,3 €/tonelada de material extraído.

Por otra parte, a partir de la revisión de diferentes proyectos (según Savage *et al.* ^[4] y Van Passel *et al.* ^[9]), se concluye que los costes relativos a la selección y procesado y al reciclaje de los materiales presentan un coste promedio de 32,8 €/tonelada.

Finalmente, a los costes de extracción y procesado habría que añadir el coste de investigación previo.

■ Puestos de trabajo creados

Las operaciones de minería de vertedero crean puestos de trabajo de forma directa e indirecta. Los directos son los relacionados con el diseño del proyecto, la dirección de obra, la gestión económica y administrativa, la excavación de los residuos, su procesado, el transporte de los mismos, el almacenamiento de tierra y residuos y las operaciones de valorización de los residuos extraídos. En el vertedero de Houthalten-Helchteren (Bélgica), el ratio de generación de empleo directo está entre 38 y 50 puestos de trabajo por cada millón de toneladas extraídas ^[11].

En relación a los puestos de trabajo indirectos, se incluyen los intermediarios de compra-venta de materiales recuperados, los procesadores de materiales recuperados, los fabricantes de maquinaria para la extracción de residuos, para el procesado y el reciclaje de materiales recuperados y los fabricantes de vehículos para el transporte de residuos, etc.

Uno de los sectores más beneficiados por los proyectos de minería de vertedero sería el sector del reciclaje. Según un estudio llevado a cabo por Friends of the Earth ^[28], por cada puesto de trabajo directo creado en este sector, se crean 1,2



puestos de trabajo indirectos y 1,4 puestos de trabajo inducidos. Y en cuanto al ratio de creación de empleo, se estima que se generan 59 empleos totales (directos, indirectos e inducidos) por cada 1.000 toneladas recicladas (Environmental Protection Agency ^[29]).

■ Valor en el mercado de los materiales extraídos

Según un estudio de prospección realizado en Holanda ^[10], la contribución de la venta de los materiales reciclables a los beneficios totales de la minería de vertedero se sitúa entre el 1 y el 30 por ciento.

Otros beneficios de los proyectos de minería urbana considerados en el estudio de Van der Zee *et al.* ^[10] son:

- El incremento de la capacidad de los vertederos.
- Los costes evitados o reducidos de sellado, custodia post-clausura y descontaminación de las áreas cercanas al vertedero.

- Los ingresos derivados de la venta de residuos que se emplearán como material reciclado o como combustible.
- Los ingresos derivados de la venta de la tierra recuperada para ser empleada como material de cobertura u otros usos.

Hay que tener en cuenta que los precios de venta de materiales recuperados son sensiblemente inferiores a los de los materiales recuperados mediante la recogida selectiva de residuos, puesto que su calidad es inferior. La experiencia indica que la calidad de los materiales recuperados mediante la minería urbana se podría asimilar a la de los materiales recuperados en plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB) de la fracción rechazo de los residuos municipales recogidos de forma mezclada (Tabla 5).

El precio de los metales es sensiblemente superior al de los otros materiales recuperados (Tabla 5). En general,



Tabla 5. Valor en el mercado de los materiales recuperados en plantas de TMB asimilables a los materiales extraídos de vertedero, 2012.

Grupo	Material	Precio (€/tonelada)
Vidrio	Vidrio	10-19
Metales	Metales férricos (genérico)	120-220
	Metales no férricos (genérico)	350-397
	Latas férricas	20-175
	Latas de aluminio	100-780
	Cobre	3.500-5.400
	Aluminio	600-950
	Inoxidable férrico	150-400
	Inoxidable no férrico	1.000-1.450
	Latón	2.000-3.150
	Bronce	3.000-4.200
	Plomo	500-1.250
Zinc	600-850	
Cable eléctrico de cobre	1.200-2.200	
Aparatos eléctricos y electrónicos	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	45-90
Pilas	Pilas	93-505
Plásticos	PEAD (polietileno de alta densidad)	35-181
	Plástico mezclado	0-4,5
	PET (polietileno)	190-200
	Film	0
	Brick	20

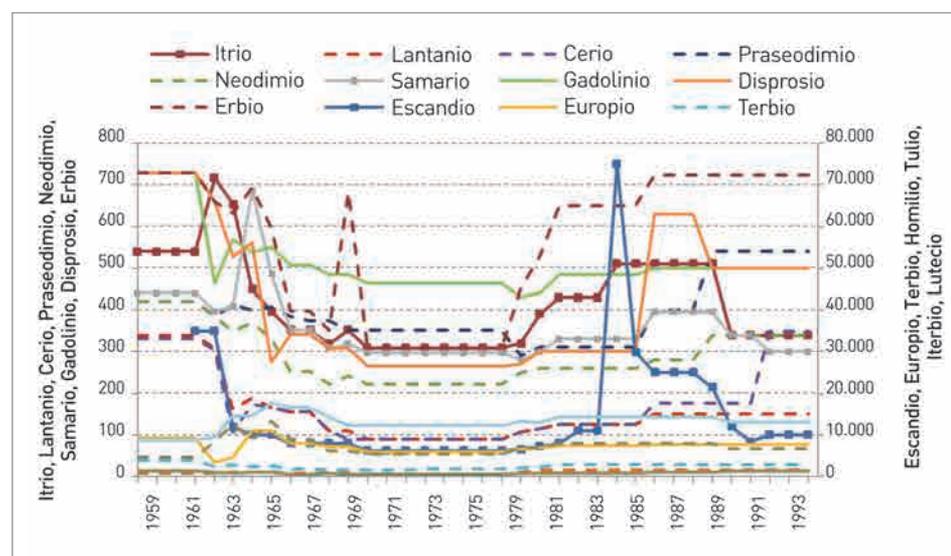
Fuente: Consorci per al Tractament de Residus Sòlids Urbans del Maresme (información facilitada directamente) y Diputació de Barcelona ^[90].

para el conjunto de materias primas empleadas para la producción de bienes, hay que destacar la tendencia al alza causada por un aumento de la demanda y una oferta cada vez más escasa. Grantham ^[12] concluye que la demanda acelerada de recursos por parte de los países en desarrollo ha causado un imprevisible cambio en la estructura de precios de los recursos. Así, resalta que después de 100 años o más de precios a la baja, los precios están ahora subiendo, y en ocho años han compensado, significativamente, los efectos de 100 años de decrecimiento. También apunta que, estadísticamente, es extremadamente improbable volver a la tendencia anterior de reducción de precios.

Mención aparte merecen los metales raros o tierras raras (apartado 4.4), cuyo precio es muy superior al de los metales comunes, en algunos casos decenas de miles de dólares por kilogramo (Figura 4).

Las operaciones de minería de vertedero son una fuente de puestos de trabajo directos e indirectos

Figura 4. Evolución del precio de los metales raros (\$/kg), 1959-1994.



Fuente: Elaboración propia a partir de Hedrick ^[13].

Al valor económico de los materiales recuperados cabe añadir el valor de mercado del terreno, en caso de que se realice una restauración total del vertedero que permita ubicar otras actividades.

Balance ambiental

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) ^[31], los dos factores principales que explican el descenso de emisiones de gases de efecto invernadero de la gestión de residuos municipales en la Unión Europea son el declive de las emisiones de metano de los vertederos, derivado de la reducción de residuos tratados a través de esta vía durante el periodo 1995-2008, y el incremento de emisiones evitadas por el reciclado de residuos. El reciente informe elaborado por la Fundación Fórum Ambiental ^[32] corrobora este hecho y pone de manifiesto que la contribución de la gestión de residuos municipales en España a la mitigación de GEI podría llegar (en un escenario avanzado) a superar los 20 millones de toneladas de CO₂eq/año, derivado principalmente del incremento del reciclaje y compostaje, de la reducción del vertido de la fracción resto y del ligero incremento de la incineración de combustibles derivados de los residuos. Con esta reducción ya se llegarían a cumplir los objetivos para 2020 definidos en la Directiva 2009/29/CE en relación a las emisiones difusas totales de 2010.

En relación a los procesos de *landfill mining*, en primer lugar, cabe analizar el posible impacto ambiental asociado a la extracción de residuos de vertedero. La mayoría de estudios ^[26, 33, 34, 35] concluye que los riesgos para la salud de los tra-

bajadores son generalmente bajos. Sin embargo, en algunas ocasiones la salida de gases del vertedero puede ocasionar molestias (malos olores) a la población residente circundante. En este sentido, es necesaria la toma de medidas previas a la explotación ^[8].

Por otro lado, también se produce un impacto ambiental derivado de las emisiones de GEI y de otros contaminantes asociados a los posibles procesos de incineración, transporte de los residuos, actividades en el vertedero y a los procesos de separación del material. Según Krook ^[24], las emisiones de CO₂ equivalentes generadas durante el proceso de minería de vertedero en planta estacionaria se dividen principalmente en aquellas procedentes de la incineración de materiales (62,3 por ciento), las derivadas del transporte de residuos y materiales (33,3 por ciento), las de las actividades en el vertedero (3,5 por ciento) y las de separación de los materiales (0,5 por ciento).

Por otro lado están las emisiones evitadas. Según Krook ^[24], entre las emisiones evitadas, las que tienen mayor peso son las referentes a recuperación de energía (43,3 por ciento) y al reciclaje de los materiales recuperados –plásticos, metales férricos, metales no férricos, y residuos de la construcción– (41,9 por ciento). También hay un porcentaje de emisiones evitadas de metano (14,9 por ciento) por la reducción de residuos vertidos. No obstante, estos porcentajes acaban dependiendo de los tratamientos aplicados a los materiales recuperados.

Mediante simulaciones de Montecarlo ^[3], se obtiene el resultado del balance de emisiones neto de CO₂ equivalente derivado de la aplicación de tres



escenarios de *landfill mining*: planta estacionaria, planta móvil y remediación. Se dispone de valores totales, no de ratios, con los que no es posible hacer extrapolaciones a otros casos. Solo sirven para contar qué tecnología es mejor ambientalmente. En este sentido, en conjunto, para las plantas estacionarias, las emisiones generadas por el proceso de extracción y separación son ampliamente compensadas (con un 85 por ciento de probabilidad) por las emisiones evitadas derivadas del aprovechamiento del material y de la generación de energía. Para las plantas móviles también son compensadas, pero con menor probabilidad (60 por ciento). En el caso de la remediación no son compensadas.

Si se combinan las metodologías de cálculo de emisiones, tanto generadas como evitadas, del International Panel of Climate Change (IPCC) ^[36], del Servicio de Medio Ambiente de la Diputació

La contribución de la gestión de los residuos municipales en España a la mitigación de gases de efecto invernadero podría superar los 20 millones de toneladas de CO₂ eq/año



Latinstock

de Barcelona ⁶ y de la UNEP ^[37], en dos escenarios posibles de gestión mediante minería de vertedero de una cantidad asimilable a la vertida en España en 2010, se concluye que:

- Si los residuos se hubieran vertido en vertedero controlado sin aprovechamiento energético y la tecnología de procesado fuera mediante planta estacionaria, se podrían llegar a reducir las emisiones difusas de GEI de España de 2010 ^[32] entre el 2,4 y el 2,7 por ciento.
- Si se hubieran depositado en vertedero controlado con recuperación de energía y mediante la tecnología de planta móvil, se podrían llegar a reducir las emisiones difusas de GEI de España de 2010 entre el 1 y el 1,7 por ciento.

Por otro lado, en cuanto a las tierras raras, según Montero ^[38], tanto su extracción como procesamiento causan un elevado impacto ambiental y social. Ambos procesos (minería y procesamiento)

son devastadores para la naturaleza y perjudiciales para la salud humana, dando lugar a daños irreversibles. Esta es, precisamente, la paradoja de las tierras raras: que siendo actualmente prácticamente imprescindibles en el desarrollo de tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, su obtención produce un gran daño medioambiental y social.

Discusión y conclusiones

El objetivo principal del artículo era evaluar la viabilidad de aplicar procesos de minería de vertedero ⁷ en España. En este sentido, aunque rebasaba el alcance del artículo ofrecer balances finales cerrados de una posible aplicación a la totalidad de vertederos españoles, sí que se han ofrecido ratios y criterios de diversas variables que tendrían que permitir evaluar caso por caso la viabilidad de proyectos concretos de este tipo en España.

Un aspecto de difícil cuantificación ha sido estimar la cantidad de residuos presentes en los vertederos españoles y, aún más, conocer la composición de los mismos y su potencial para la aplicación de procesos de minería de vertedero. Aun así, se han presentado datos globales para el conjunto del territorio español.

El impacto ambiental de las operaciones de recuperación de los materiales de un vertedero depende mucho de los procesos de extracción y de las operaciones de tratamiento aplicadas a los residuos extraídos. Según las fuentes consultadas, un proceso de extracción mediante planta estacionaria tiene un impacto ambiental global de emisiones más favorable que procesos mediante plantas móviles. Esto se explica principalmente por la recuperación de un porcentaje mayor de materiales por unidad de energía aportada en plantas estacionarias respecto de plantas móviles.

La recuperación de metales y tierras raras o metales raros es sin duda uno de los principales beneficios de la aplicación de dichas tecnologías. En el primer caso, por su relativamente fácil separación, y en ambos casos, por su contribución a reducir la dependencia exterior (sobre todo en el caso de las tierras raras), por su elevado valor económico, así como por el elevado impacto ambiental que conllevan las extracciones de las materias primas.

La recuperación de plásticos es otro aspecto de interés, con particular potencial en el caso de la tecnología de planta estacionaria. También en el caso del vidrio. Aunque la combustión de materiales es uno de los destinos finales de un porcentaje del total de residuos extraídos, no debería ser uno de los principales motivos que condujeran a realizar proyectos de este tipo, según la jerarquía legal de gestión de residuos regulada por la Directiva Marco de Residuos.

En la literatura especializada hay cierto consenso en que cada proyecto de minería de vertedero tiene su conjunto único de condiciones y objetivos que directa o indirectamente influyen en su viabilidad económica. Aun así, se ha estimado un valor medio aproximado de cerca de 3,3 €/tonelada para los costes de extracción y transporte y de unos 32,8 €/tonelada para las operaciones de separación, reciclaje y tratamiento.

No obstante, es importante mencionar los beneficios que generarían este tipo de proyectos, en particular: incremento de la capacidad de los vertederos, costes evitados o reducidos en sellado del vertedero (derivados de las emisiones evitadas) y en la custodia post-clau-

(6) Que utilizó McDougall *et al.* ^[39], Diputació de Barcelona ^[40] y Barcelona Regional ^[41].

(7) También llamada minería urbana en español; términos asociados al concepto anglosajón de *landfill mining*.

sura del mismo, disminución de costes de descontaminación de las áreas cercanas al vertedero a largo plazo, etc. También hay que tener en cuenta los ingresos derivados de la venta de materiales reciclables y de tierra recuperada para ser empleada como material de cobertura, material de construcción u otros usos. Finalmente, habría que añadir los beneficios de la venta de electricidad y/o calor derivados de la posible combustión de los materiales no reciclables y con elevado poder calorífico.

Igualmente, se ha puesto de manifiesto que las operaciones de minería de vertedero crean puestos de trabajo de forma directa, indirecta e inducida. Y se constata que el sector del reciclaje proporciona más puestos de trabajo por tonelada que el conjunto de operaciones de minería de vertedero y que los procesos de incineración, hecho que expone claramente dónde debería situarse la prioridad a efectos laborales.

Considerando los precios de venta de los materiales recuperados, es importante reforzar la inversión en la selección de los metales para aumentar la rentabilidad de los proyectos, puesto que son los que presentan precios mayores. Uno de los factores que determinará el balance económico de las iniciativas de minería de vertedero es, pues, la composición de los residuos en ellos depositados.

Por otro lado, esta recuperación es todavía más estratégica si se tiene en cuenta que los precios de los materiales vírgenes (con especial énfasis en los metales raros o tierras raras) están subiendo a un ritmo muy alto y que estadísticamente es improbable que esta tendencia se invierta.

Cabe pensar que el aumento de precio de los metales vírgenes repercutirá en un aumento del precio pagado por los materiales recuperados, y que a medida que aumente el precio de la energía crecerá la demanda de materiales recupe-



Para garantizar la viabilidad de los proyectos de *landfill mining* en España se requerirá una investigación que seleccione los vertederos que tengan un mayor potencial

rados, pues la extracción y procesado de metales requieren una gran cantidad de energía en comparación con su reciclaje. Con esto, cabe esperar que los procesos de *landfill mining* devengan con el tiempo más rentables y necesarios.

A nivel ambiental, se constata que la aplicación de minería de vertedero podría conseguir reducciones significativas de las emisiones globales difusas de GEI, y que la diferencia es significativa entre aplicar el proceso en vertederos con o sin recuperación de energía y mediante planta estacionaria o móvil.

En conjunto, se puede concluir que el desarrollo de proyectos de *landfill mining* tiene potencial en España, pero por supuesto no en todos los vertederos, ni

en todos por igual. Para garantizar la viabilidad de los proyectos hará falta la realización de investigaciones que seleccionen los vertederos con mayor potencial de acuerdo con los criterios identificados. También se ha constatado que las tecnologías disponibles se consideran lo suficientemente desarrolladas para emprender este tipo de proyectos y que significarían un impulso económico y la generación de numerosos puestos de trabajo, así como la reducción de la dependencia exterior respecto de las importaciones de ciertos productos, sobre todo metales y tierras raras. Asimismo, serían proyectos que contribuirían a los compromisos españoles en materia de mitigación del cambio climático. ♦

Referencias

- [1] Uriarte-Jaureguizar, J.; Pérez-Dueñas, L. Observatorio ATEGRUS sobre vertederos controlados de residuos no peligrosos, peligrosos e inertes en España (2005-2007). *Revista Residuos*, 2008 (102): 20-27.
- [2] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). El medio ambiente y el medio rural y marino en España 2008-2011. Gestión de residuos. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009-2012.
- [3] Svensson, N.; Eklund, M.; Frändegard, P.; Krook, J. Introducing and approach to assess environmental pressures from integrated remediation and landfill mining. Knowledge collaboration & learning for sustainable innovation. ERSCP-EMSU conference, Delft, The Netherlands, October 2010.
- [4] Savage, G.M.; Golueke, G.; Von Stein, E.L. Landfill mining: past and present. *Biocycle*, 1993 (34) 5, 58-61.
- [5] Krook, J.; Svensson, N.; Eklund, M. Landfill mining: a critical review of two decades of research. *Waste Management*, 2012 (32): 513-520.
- [6] Innovative Waste Consulting Services, LLC. Landfill Reclamation Demonstration Project. Florida Department for Environmental Protection. 2009.
- [7] Krook, J.; Svensson, N.; Eklund, M.; Johansson, N.; Frändegard, P. Landfill mining: a review of three decades of research. Knowledge collaboration & learning for sustainable innovation, ERSCP-EMSU Conference, Delft (Holanda), 25-29 de octubre de 2010. <http://repository.tudelft.nl/view/conferen-cepapers/uuid%3A76c0d800-183f-46da-9a56-38e8f1b0bbfa> [15 de diciembre de 2012].
- [8] Hogland, W.; Maques, M.; Nimmermark, S. Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2004 (6), 119-124.
- [9] Van Passel, S., Dubois, M., Eyckmans, J., de Gheldere, S., Ang, F., Jones, P. T., Van Acker, K. The economics of enhanced landfill mining: private and societal performance drivers. *Journal of Cleaner Production*, 2012 (en proceso de publicación).
- [10] Van der Zee, D.J.; Achterkamp, M.C.; De Visser, B.J. Assessing the market opportunities of landfill mining. *Waste Management*, 2004 (24), 795-804.
- [11] Sips, K.; Koppers, P. A journey from cradle to cradle. C2C Network Initiatives Guide, Stafford Wadsworth. 2011. <http://www.c2cn.eu/content/journey-cradle-cradle-c2c-network-initiatives-guide-published-online> [15 de diciembre de 2012]
- [12] Grantham, J. Time to wake up: days of abundant resources and falling prices are over forever, The Oil Drum. 2011. <http://www.the-oildrum.com/node/7853> [15 de diciembre de 2012]
- [13] Hedrick, J. Rare-earth metal prices in the USA ca. 1960 to 1994, *Journey of Alloys and Compounds* 250, 1997, 471-481.
- [14] Ministerio de Medio Ambiente. Medio ambiente en España 1998-2007. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente. 1999-2008.
- [15] OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). OECD Environmental Data. Compendium 2006-2008. 2008.
- [16] Eurostat data centre on waste: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Waste_statistics#Waste_treatment [15/12/2012]
- [17] Uriarte Jaureguizar, J.; Vecino Gutiérrez, E.; Arias García, M.; Urbarrri Bilbao, I. Observatorio Ategrus sobre vertederos controlados de residuos no peligrosos, peligrosos e inertes en España – Edición 2009. ATEGRUS – Asociación Técnica para la Gestión de Residuos y Medio Ambiente. 2010: 0-23.
- [18] Uriarte Jaureguizar, J. Situación de los vertederos en funcionamiento actualmente y actuaciones previstas a realizar en los mismos. Datos arrojados por la encuesta realizada por Ategrus. Ategrus. 2003.
- [19] European Commission - Enterprise and Industry. Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. June 2010.
- [20] Hino, J.; Miyabayashi, Y.; Nagato, T. Recovery of nonferrous metals from shredder residue by incinerating and smelting. Metallurgical Review of MMIJ (Mining and Metallurgical Institute of Japan) 1998(15), 63-74.
- [21] Obermeier, T.; Hensel, J.; Saure, T. Landfill mining: energy recovery from combustible fractions. Proceedings Sardinia '97, Sixth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 1997, 569-578.
- [22] Rettenberger, G. Results from a landfill mining demonstration project. Proceedings Sardinia '95, Fifth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 1995, 827-840.
- [23] Zanetti, M.; Godio, A. Recovery of foundry sands and iron fractions from an industrial waste landfill. Resources, Conservation and Recycling 2006 (48), 396-411.
- [24] Krook, J. The environmental potential of landfill mining. Reinno-va: II Congreso Internacional de Innovación en la Gestión y Tratamiento de los Residuos Municipales. Sabadell, España. 17-18 noviembre 2011.
- [25] Obermeier, T.; Saure, T. Landfill reconstruction: biological treatment of landfill waste. Proceedings, Sardinia '95, 5th International Landfill Symposium, Cagliari, 1995 (III), 819-826.
- [26] Cossu, R.; Motzo, G.M.; Laudadio, M. Preliminary study for a landfill mining project in Sardinia. Proceedings, Sardinia '95, 5th International Landfill Symposium, Cagliari, 1995 (III), 841-850.
- [27] Schillinger, F.J.; McCulloch, B.P. Summary of landfill reclamation feasibility studies. NYSERDA, 1994.
- [28] Friends of the Earth. More jobs, less waste. Potential for job creation through higher rates of recycling in the UK and EU. 2010. http://www.foeeurope.org/sites/default/files/press_releases/More_Jobs_Less_Waste_Sep_2010%5B1%5D.pdf [15 de diciembre de 2012].
- [29] Environmental Protection Agency. Municipal solid waste in the United States: 2001 facts and figures. 2003. <http://www.epa.gov/osw/non-haz/municipal/pubs/msw2001.pdf> [15 de diciembre de 2012].
- [30] Diputación de Barcelona: <http://www.diba.cat/documentos/471041/3318d11c-c9a5-4079-9bcd-3cd723a1a512> [15 de diciembre de 2012].
- [31] European Environment Agency (EEA). Waste opportunities. Past and future climate benefits from better municipal waste management in Europe. European Environment Agency. Report N° 3/2011. 2011.
- [32] Fundació Fórum Ambiental. La mejora en la prevención y la gestión de los residuos municipales en España contribuye a la lucha contra el cambio climático. 2012.
- [33] Hogland, W.; Jagodzinski, K.; Meijer, J.E. Landfill mining tests in Sweden. Proceedings Sardinia '95, Fifth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 1995, 783-794.
- [34] Prechthai, T.; Padmasri, M.; Visvanathan, C. Quality assessment of mined MSW from an open dumpsite for recycling potential. Resources, Conservation and Recycling 2008 (53), 70-78.
- [35] Zhao, Y.; Song, L.; Huang, R.; Song, L.; Li, X. Recycling of aged refuse from a closed landfill. Waste Management Research 2007 (25), 130-138.
- [36] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories. Revised 2001 IPCC 1996 Guidelines.
- [37] United Nations Environmental Programme (UNEP). Waste and Climate Change. Global Trends and Strategy Framework. United Nations Environmental Programme. 2010.
- [38] Montero, E. La crisis de las tierras raras. Un testimonio de la irracionalidad de nuestro modelo económico. Primera parte. Cátedra RELEC. Universidad de Cádiz. 2012.
- [39] McDougall, F.R.; White, P.; Franke, M.; Hindle, P. Integrated solid waste management. A life cycle inventory (second edition). Procter & Gamble. 1995.
- [40] Diputació de Barcelona. Anàlisi del cicle de vida aplicada a diferents models de gestió de residus urbans en diferents municipis de la província de Barcelona. Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient. Noviembre de 2002.
- [41] Barcelona Regional. Pla de millora energètica de Barcelona. Barcelona Regional. Sodupe, M. (Dir.), 2002.



Los galardonados de los Premios Sociales 2013 posan junto a Su Majestad la Reina, altos cargos de MAPFRE y de FUNDACIÓN MAPFRE y la Secretaria de Estado de Servicios Sociales e Igualdad.

Su Majestad la Reina preside la entrega de los Premios Sociales 2013

Los galardones recayeron en el doctor Barraquer, el SEPRONA y las fundaciones NIPACE y Michou y Mau

FUNDACIÓN MAPFRE entregó el pasado 20 de mayo en Madrid sus Premios Sociales 2013, que reconocen a las personas o instituciones que han realizado actuaciones destacadas en beneficio de la sociedad. La dotación global de estos premios asciende a 120.000 euros.

La ceremonia, presidida por Su Majestad la Reina, contó con la participación de Susana Camarero, Secretaria de Estado de Servicios Sociales e Igualdad, Teófilo Domínguez, Director de FUNDACIÓN MAPFRE, y Antonio Huertas, Presidente de FUNDACIÓN MAPFRE, quien destacó que este acto «reconoce públicamente la labor de instituciones y personas que, con dedicación y esfuerzo, de una manera muchas veces callada, contribu-

yen a transformar nuestro mundo en un lugar mejor». El Presidente de la Fundación subrayó además que «iniciativas de esta índole son muy necesarias en un contexto como el actual donde, en ocasiones, parece que el egoísmo prima por encima de todo».

La Fundación Michou y Mau IAP de México ha sido reconocida por estos premios, que tienen carácter internacional y a los que se han presentado más de 400 candidatos procedentes de España, Portugal e Iberoamérica. Virginia Sendel, Presidenta y fundadora de esta fundación, recogió el Premio a la Mejor Acción de Prevención de Accidentes y de Daños a la Salud, destinado a una iniciativa encaminada a prevenir los accidentes y promover la salud. Esta institución, creada

en 1998, tiene como principal objetivo contribuir a prevenir los incendios y proporcionar la mejor atención médica especializada a niños que hayan sufrido quemaduras graves, una circunstancia que en este país es la segunda causa de fallecimiento entre menores.

Arsenio Fernández de Mesa y Díaz del Río, Director General de la Guardia Civil, recogió el Premio a la Mejor Gestión Medioambiental, que este año ha recaído en el Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA) de la Guardia Civil, por su contribución a preservar el medio ambiente. Las líneas de trabajo de la primera policía ambiental de la Unión Europea están dirigidas, principalmente, a la defensa de los espacios naturales, a



Su Majestad la Reina entrega el Premio a la Mejor Acción de Prevención de Accidentes a Virginia Sendel, Presidenta de la Fundación Michou y Mau.



Arsenio Fernández de Mesa, Director General de la Guardia Civil, recibe el Premio a la Mejor Gestión Medioambiental para el SEPRONA.



El doctor Joaquín Barraquer, que recibió el Premio José Manuel Martínez a Toda una Vida Profesional, se dirige a los asistentes.



El Premio a la Mejor Acción Solidaria recayó en la Fundación NIPACE, cuyo Presidente, Ramón Rebollo, aparece junto a su mujer y su hija.

la prevención, investigación y extinción de incendios forestales, al control de vertidos y a la lucha contra la contaminación del medio ambiente, entre otros.

El doctor Joaquín Barraquer Moner (Barcelona, 1927) recibió el Premio José Manuel Martínez a Toda una Vida Profesional, que distingue la trayectoria social y profesional de una persona mayor de 70 años en una actividad al servicio de la sociedad. El jurado del premio ha valorado su fecunda

vida profesional, que siempre ha estado ligada a la investigación y al desarrollo de avances pioneros en oftalmología y cirugía ocular.

Otro de los galardones, el de Mejor Acción Solidaria, ha recaído en esta ocasión en la Fundación NIPACE, por su proyecto Ayuda a Niños y Jóvenes con Lesión Cerebral. Esta entidad sin ánimo de lucro, creada en 2004 y con sede en Guadalajara, tiene como principal objetivo rehabilitar a niños y jóvenes con lesión cerebral y trastornos

neuromotores. Para ello, cuenta con uno de los principales centros de rehabilitación neurológica en España y Europa, que contribuye a mejorar los movimientos de estos pacientes—unos 300 al año—, estimular su desarrollo intelectual, incrementar su nivel de comunicación e intensificar su relación social. Este galardón fue recogido por Ramón Rebollo, Presidente de esta entidad.

Más información en: www.fundacionmapfre.org

Uno de cada tres accidentes infantiles se produce en verano

Estudio de FUNDACIÓN MAPFRE y AEPap sobre accidentes de la población infantil española

Pese a que las mayoría de las familias se preocupan por tomar las medidas de protección adecuadas para prevenir accidentes en sus hijos, cerca del 10 por ciento de los niños menores se quedan solos en el domicilio en algún momento, lo que representa un mayor riesgo de accidente, que en España es la tercera causa de muerte entre los menores de 15 años. Así lo revela el *Estudio sobre accidentes en la población infantil española*, realizado por FUNDACIÓN MAPFRE y la Asociación Española de Pediatría de atención primaria (AEPap).

Dicho informe, en el que han colaborado más de 200 pediatras de atención primaria que trabajan en centros de salud de toda España, destaca además que la edad de los niños es un factor de riesgo para sufrir determinados tipos de accidentes. Las caídas y los golpes son los siniestros más frecuentes a cualquier edad, las intoxicaciones se producen con mayor frecuencia en los menores de dos años, y los ahogamientos, atragantamientos y quemaduras son más habituales entre los dos y cuatro años.

También destaca el estudio que el 72 por ciento de los niños necesitaron atención médica, que recibieron mayoritariamente en un centro de salud, y que un 4 por ciento fueron ingresados en un hospital.

Como aspectos positivos, el informe pone de manifiesto que 9 de cada 10 padres cumplen con algunas de las medidas de protección más relevantes, entre las que destacan: dejar a los niños en las zonas de juego que son más adecuadas a su edad, com-



Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE, flanqueado por Guadalupe del Castillo, coordinadora del informe, y Begoña Domínguez, Presidenta de la asociación AEPap, durante la presentación del estudio.

probar las etiquetas de los juguetes a la hora de comprarlos, mantener fuera del alcance de los niños productos de limpieza y medicamentos, y proteger los enchufes adecuadamente, entre otras.

Con objeto de prevenir los accidentes infantiles, FUNDACIÓN MAPFRE y AEPap distribuirán en centros de sa-

lud y entre las familias un decálogo con medidas clave de prevención.

FUNDACIÓN MAPFRE también recomienda extremar la precaución, especialmente durante los meses de verano, que es cuando se producen uno de cada tres accidentes en los más pequeños. En esta línea también aconseja mantener las medidas de protección que habitualmente se tienen en el lugar donde se disfruta de las vacaciones, así como no perder de vista a los menores en playas y piscinas, y recordar a las familias que ante cualquier emergencia se debe llamar al 112, un teléfono que según dicho informe desconoce el 18 por ciento de los padres.

Para más información y consejos sobre prevención de accidentes en el hogar y en el ocio, se puede consultar la web de la campaña CuidadoSOS de FUNDACIÓN MAPFRE, en www.cuidadosos.com.

Puedes acceder al estudio y decálogo en: www.fundacionmapfre.org



Finaliza la campaña de educación medioambiental en Galicia

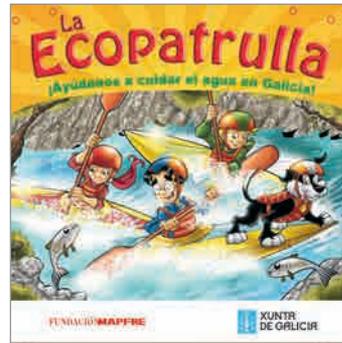
FUNDACIÓN MAPFRE y la Xunta de Galicia conciencian a los más jóvenes sobre la importancia de fomentar el desarrollo sostenible y proteger el medio ambiente

Sensibilizar a más de 4.000 escolares de 3º, 4º y 5º de Primaria acerca de la importancia de ahorrar agua y consumirla de forma responsable, reciclar adecuadamente los residuos y fomentar el desarrollo sostenible como forma de mejorar la salud, es el objetivo principal de la campaña. También en Galicia, Cada Gota Cuenta que promueve en esta región FUNDACIÓN MAPFRE, por tercer año consecutivo.

Para ello, la Fundación, a través de monitores especializados, ha impartido 94 talleres educativos en 46 colegios gallegos, con el fin de transmitir

a los alumnos la importancia del agua como recurso escaso y cómo pueden contribuir a reducir su consumo, tanto en sus hogares como en los centros educativos. También les explicarán en qué consiste el ciclo del agua, cómo se puede evitar contaminarla y por qué derrocharla cuesta dinero.

Como parte de la campaña, por la que en años anteriores han pasado ya más de 10.500 niños de toda la comunidad, cada escolar recibió material pedagógico y varios cómics como *La Ecopatrulla ¡Ayúdanos a cuidar el agua en Galicia!*, cuyos protagonistas visitan Gali-



cia recorriendo parajes únicos y conocidos por muchos escolares como los embalses de Cebreiro u Os Peares, la sierra de Ancares, los ríos Miño y Mandeo o la ría de Vigo. Estos cuentos destacan mensajes clave dirigidos a sensibilizar a los más pequeños sobre la necesidad

de seguir ahorrando agua para evitar necesidades futuras.

En la visita a los talleres de esta campaña, celebrada en el colegio Canosa-Rus, en Coristanco (A Coruña), han participado Agustín Hernández, Consejero de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Xunta de Galicia; Antonio Pensado y Evencio Ferrero, alcaldes de Coristanco y Carballo, respectivamente; Juan Pedro Burdiel, Director Territorial de MAPFRE en Galicia Norte, y Fernando Camarero, del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE.

Educación para la prevención de accidentes

Más de 6.500 escolares extremeños aprenden pautas de autoprotección dentro y fuera del hogar

FUNDACIÓN MAPFRE, en colaboración con la Consejería de Educación y Cultura, ha presentado en Mérida los resultados del programa educativo CuidadoSOS, que se ha desarrollado en Extremadura durante los pasados meses de marzo, abril y mayo con el objetivo de fomentar la prevención de accidentes en la infancia, tanto en el ámbito escolar como doméstico.

Durante este curso escolar han participado en esta iniciativa cerca de 6.500 niños extremeños, quienes han aprendido a actuar en caso de emer-

gencia y a conocer distintos elementos de protección contra incendios y nociones básicas de primeros auxilios.

Jose María Romero, Director Territorial de MAPFRE en Extremadura, destacó durante este acto que «con este programa queremos contribuir a que los menores adquieran hábitos de autoprotección y que éstos se incrementen y refuercen durante sus primeras etapas educativas».

FUNDACIÓN MAPFRE ha distribuido durante el curso diverso material educativo, gratuito y en español e inglés, «con el ob-



jetivo de que pequeños y mayores aprendan a reconocer estos riesgos y puedan evitarlos».

Además de José María Romero, en la presentación de la campaña participaron Concha Cajaraville, Delegada Provin-

cial de Educación en Badajoz, María Dolores Carrasco, Directora del colegio Pablo Neruda, donde tuvo lugar dicho acto, y Raquel Manjón, responsable de la campaña CuidadoSOS de FUNDACIÓN MAPFRE.

El 60 por ciento de los hogares de personas mayores registra algún accidente

Presentación en Valladolid de la campaña Con Mayor Cuidado, con talleres y materiales renovados

FUNDACIÓN MAPFRE, en colaboración con la Consejería de Familia e Igualdad de la Junta de Castilla y León y el Ayuntamiento de Valladolid, presentó en Valladolid la campaña de sensibilización Con Mayor Cuidado. Los objetivos de esta iniciativa son informar a las personas mayores sobre los principales riesgos que pueden existir dentro y fuera del hogar, contribuir a que los mayores tengan un hogar más seguro y proporcionar a los profesionales y familiares material práctico que ayude a evitar un accidente.

Para ello realizará talleres de prevención, impartidos por voluntarios de la Confederación Estatal de Asociaciones y Federaciones de alumnos y exalumnos de los Programas Universitarios de Mayores (CAUMAS), y distribuirá videos y guías preventivas con el fin de transmitir reco-



La actriz Elena Martín, protagonista del nuevo taller desarrollado para la campaña.

mendaciones y consejos para que estas personas aprendan a prevenir accidentes y sepan cómo actuar ante determinadas situaciones de emergencia.

La campaña se apoya en el estudio *La vivienda del mayor: condiciones y riesgos*, que analiza la realidad de los hogares de las personas mayores de 65 años con el objetivo de identificar los principales factores de riesgo que pueden influir en los accidentes y determinar las medidas de prevención más adecuadas que contribuyan a mejorar la seguridad en el hogar.

El informe pone de manifiesto que las viviendas de los mayores de 65 años cuentan en general con las instalaciones básicas, pero no se adaptan a la evolución física y cognitiva de estas personas a medida que envejecen. Ello se refleja en que en casi seis de cada diez hogares se ha producido algún tipo de accidente durante el últi-

mo año, siendo las caídas, heridas y quemaduras los más habituales entre este colectivo.

Durante la presentación se repartieron entre los asistentes las nuevas guías de prevención específicas para este colectivo y para geriatras, médicos de familia, enfermeros y cuidadores, entre otros profesionales.

En la presentación de la campaña, celebrada en el Centro Cívico Jose Luis Mosquera de Valladolid, participaron Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE; Siro Giralda, Director General Territorial de MAPFRE en Castilla y León; Milagros Marcos, Consejera de Familia e Igualdad de la Junta de Castilla y León; y Rosa Isabel Hernández, Concejala de Bienestar Social y Familia del Ayuntamiento de Valladolid.

Para más información: www.con-mayorcuidado.com



La campaña ofrece consejos para que los mayores aprendan a prevenir accidentes domésticos

Más del 50 por ciento de los incendios forestales son intencionados

FUNDACIÓN MAPFRE y el Servicio de Protección a la Naturaleza (SEPRONA) de la Guardia Civil organizan en Madrid una jornada para explicar cómo se gestiona y previene un incendio forestal

FUNDACIÓN MAPFRE, en colaboración con el Servicio de Protección a la Naturaleza (SEPRONA) de la Guardia Civil, organizó el pasado 23 de abril en Madrid la jornada Prevención y Gestión de los Incendios Forestales en España. En dicho encuentro se abordó el papel que desempeñan las distintas Administraciones Públicas en la prevención de los incendios y cómo se gestionan las emergencias y la protección ciudadana ante este tipo de sucesos.

El encuentro, inaugurado por Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE, y Vicente Pérez, General jefe del SEPRONA, contó con la participación del Subdirector General de Silvicultura y Mon-

tes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Rafael Gómez, quien destacó que en la última década se ha producido un descenso en el número de grandes incendios forestales. «Con un promedio de 30 fuegos anuales en áreas de más de 500 hectáreas, la cifra es considerablemente menor que la media de los años ochenta, que se situó en 70», apuntó.

Gómez aseguró además que la situación actual de cambio climático «nos va a llevar a un escenario en el que los incendios forestales van a ser mucho más preocupantes, por lo que habrá que estar más vigilantes». Asimismo, subrayó el hecho de que más del 50 por ciento de los mismos son intencionados y de que cada vez es-



Antonio Guzmán y el General Vicente Pérez, en un momento de la jornada.

tán afectando en mayor medida a áreas de tipo urbano forestal.

Durante la jornada intervinieron también el Director General de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón, Roque Vicente, quien apostó por la recuperación del interés ciudadano en la cultura forestal y por la promoción de su gestión sostenible; el Capitán de la Jefatura del SEPRONA, Salvador Ortega, y representantes de los ministerios de Interior y Defensa, de la Unidad Militar de Emergencias, de la Comunidad de Madrid y del Gobierno de Aragón.

Tercera edición de la campaña de prevención de incendios en Perú

La Fundación presenta en este país una iniciativa para enseñar a los escolares pautas de autoprotección



FUNDACIÓN MAPFRE ha presentado recientemente en Perú la tercera edición de su campaña de educación en prevención de incendios.

Se trata de una iniciativa, fruto del convenio de colaboración que ha firmado con el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de dicho país, cuyo objetivo es

enseñar a los escolares las principales pautas de autoprotección para que aprendan a identificar los principales riesgos de incendio que pueden presentarse en sus hogares y en su entorno, así como a saber cómo deben actuar en caso de que se produzcan.

Los bomberos de este organismo imparten esta formación en talleres que desarrollan en los colegios y evalúan a los menores acerca del nivel de conocimientos adquiridos. Para ello utilizan los *Cuadernillos de prevención de incendios y otros riesgos*, un material didáctico que está adaptado y avalado por la Dirección General de Educación de Perú.

Durante la presentación de este proyecto, Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE, apuntó la importancia de iniciar este tipo de formación a edades muy tempranas, «en las que los más pequeños se convierten en replicadores de los mensajes a sus familiares, consiguiendo así llegar a un gran número de personas».

Junto a Antonio Guzmán, en el acto participaron Mario Payá, Vicepresidente de MAPFRE PERÚ; Gonzalo Lostaunau, Comandante General del Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios (CBP); y José Luis Vargas, Director de la Unidad de Cooperación Técnica Internacional.

Niños de Ecuador aprenden pautas para protegerse de incendios

Acuerdo de colaboración con FUNDACIÓN MAPFRE para enseñar a los menores a identificar los principales riesgos de incendio que pueden presentarse dentro y fuera de sus hogares

Cerca de 30.000 niños ecuatorianos, de entre 5 y 12 años, participarán a lo largo de 2014 en una campaña de prevención para aprender a identificar los principales riesgos de incendio que pueden presentarse en sus hogares y en su entorno, así como a saber actuar en caso de que se produzcan.

Esta iniciativa ha sido posible gracias al acuerdo de colaboración que firmaron en Guayaquil la Secretaria de Gestión de Riesgos de Ecuador, María del Pilar Cornejo, y Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE, tras una presentación en la que dicha entidad dio a conocer los proyectos sociales más relevantes que desarrolla en este país.

La campaña de educación en pre-

vencción de incendios se llevará a cabo en numerosos colegios del país mediante talleres educativos que impartirá personal especializado del Cuerpo de Bomberos de Ecuador. El objetivo es transmitirles recomendaciones sencillas para prevenir incendios y actuar en caso de que sucedan.

Los beneficiarios de la campaña, la mayoría escolares de educación primaria, también recibirán los *Cuadernos de prevención de incendios y otros riesgos*, avalados por la Secretaría de Gestión de Riesgos, con el propósito de reforzar su formación.

Además de María del Pilar Cornejo y Antonio Guzmán, en el acto participó también S.A.R. la Infanta Doña Elena de Borbón, Directora de Proyectos



Directivos de FUNDACIÓN MAPFRE y de MAPFRE, junto a la Secretaria de Gestión de Riesgos de Ecuador, durante la presentación de la campaña.

Sociales y Culturales de FUNDACIÓN MAPFRE, que estuvo acompañada por Aristóbulo Bausela, CEO de LATAM Sur, y Rafael Suárez, Presidente Ejecutivo de MAPFRE ATLAS.

Todo el material de esta campaña está disponible de forma gratuita en www.semanadelaprevencion.com

Campaña escolar para prevenir los incendios forestales

30 centros educativos de Aragón participan en la campaña Protege la Naturaleza de FUNDACIÓN MAPFRE

FUNDACIÓN MAPFRE, en colaboración con el Gobierno de Aragón y el Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil, ha presentado recientemente en Zaragoza la campaña Protege la Naturaleza, cuyo objetivo es difundir pautas de prevención de incendios forestales entre los más jóvenes de esta provincia, así como mejorar su conocimiento sobre la conservación y el uso sostenible de la bio-

diversidad en esta región. Para ello, personal del SEPRONA impartirá charlas en 30 centros escolares de Zaragoza, Teruel y Huesca, y difundirá material pedagógico a más de 2.400 escolares con el fin de hacer hincapié en las siguientes medidas de prevención: nunca hacer fuego en el monte o alrededores; no realizar quemas agrícolas fuera del periodo permitido y siempre que el Gobierno de Aragón lo haya autorizado; y guardar los desperdicios que se generen en acampadas y paseos en una bolsa de basura. Además, se insiste en que las personas que vayan de excursión lleven siempre un teléfono móvil y que no se debe fumar en el monte, ni circular por caminos no autorizados, ni aparcar el coche en un lugar con hierba seca o maleza.

Esta iniciativa, que se inició en 2011 coincidiendo con la celebración del Año Internacional de los Bosques, se ha desarrollado ya en tres comunidades autónomas, y de ella se han beneficiado más de 8.600 escolares.

En la presentación de la campaña participaron Antonio Guzmán, Director del Área de Salud y Prevención de FUNDACIÓN MAPFRE; José Manuel Martínez, Director Territorial de MAPFRE en Aragón; Enrique Cabezas, Coronel Jefe de la Plana Mayor de la Zona de la Guardia Civil de Aragón; Roque Vicente, Director General de la Dirección General de Gestión Forestal; y Alfonso García, Director General de Gestión de Personal del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.



Boletín de suscripción



Recuerde actualizar sus datos en la página web:

<http://www.seguridadymedioambiente.com>

Opcionalmente puede cumplimentar el boletín adjunto y remitirlo a:

FUNDACIÓN MAPFRE

Revista SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Paseo de Recoletos, 23. 28004 Madrid. Fax: 91 581 60 70.

Datos del suscriptor

Apellido 1: Apellido 2:

Nombre: DNI/NIE/Cédula de identidad:

Teléfono: Fax: e-mail:

Nueva suscripción Actualización de datos

Dirección de envío de la revista

Dirección: Código postal:

Población: Provincia: País:

Si la dirección de envío es de empresa, por favor cumplimente los siguientes datos:

Nombre de la empresa: CIF:

Departamento: Cargo:

Especialidad:

Áreas de interés: Prevención de accidentes Medio ambiente Prevención de incendios

Cómo nos conoció: Revista Seguridad y Medio Ambiente Otras publicaciones Página web Conocidos Otros

Fecha: **Firma:**

El interesado autoriza el tratamiento de los datos personales suministrados voluntariamente a través del presente documento y la actualización de los mismos para el envío de la revista a la que se suscribe, así como para la comunicación de actividades de FUNDACIÓN MAPFRE, incluso a través de medios electrónicos, tanto durante el periodo en que esté suscrito a la misma como una vez finalizado. Asimismo, acepta que sus datos puedan ser cedidos, para las finalidades antes descritas, a otras entidades públicas y privadas colaboradoras de FUNDACIÓN MAPFRE, respetando en todo caso la legislación española sobre protección de datos de carácter personal y sin necesidad de que le sea comunicada cada primera cesión que se efectúe a los citados cesionarios.

Todos los datos son tratados con absoluta confidencialidad, no siendo accesibles a terceros para finalidades distintas para las que han sido autorizados. El fichero creado está bajo la supervisión y control de FUNDACIÓN MAPFRE, quien asume la adopción de las medidas de seguridad de índole técnica y organizativa para proteger la confidencialidad e integridad de la información, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y demás legislación aplicable, y ante quien el titular de los datos puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación mediante comunicación escrita dirigida a Paseo de Recoletos 23, 28004 Madrid (España).

Vd. puede marcar esta casilla en caso de oponerse al tratamiento y comunicación de los datos de carácter personal para finalidades indicadas anteriormente distintas de la gestión de la revista solicitada. En caso de que los datos facilitados se refieran a personas físicas distintas del interesado, éste deberá, con carácter previo a su inclusión en el presente documento, informarles de los extremos contenidos en los párrafos anteriores.

1 **NORMATIVA Y LEGISLACIÓN**

Referencia de legislación publicada - (BOE)

Del 1 de abril al 30 de junio de 2014

RESOLUCIÓN de 17 de marzo de 2014, de la Universidad de Vigo, por la que se publica el plan de estudios de Máster en Prevención de Riesgos Laborales.

(B.O.E. nº 86 de 09.04.2014)

RESOLUCIÓN de 10 de abril de 2014, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se encomienda al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el año 2014, la gestión de los servicios de la Seguridad Social denominados «Prevención10.es» y «Prevención25.es».

(B.O.E. nº 98 de 23.04.2014)

RESOLUCIÓN de 9 de mayo de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se autoriza a la Asociación Española de Normalización y Certificación, para asumir funciones de normali-

zación en el ámbito de los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

(B.O.E. nº 129 de 28.05.2014)

RESOLUCIÓN de 21 de mayo de 2014, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se establece el Plan general de actividades preventivas de la Seguridad Social, a aplicar por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social en la planificación de sus actividades para el año 2014.

(B.O.E. nº 130 de 29.05.2014)

RESOLUCIÓN de 19 de mayo de 2014, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio de colaboración entre el Instituto Nacional de la Seguridad Social y la Generalitat Valenciana, para la realización de actuaciones conjuntas en relación con los tra-

bajadores afectados de patologías derivadas de la utilización laboral del amianto.

(B.O.E. nº 131 de 30.05.2014)

REAL DECRETO 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

(B.O.E. nº 139 de 09.06.2014)

ORDEN ESS/996/2014, de 12 de junio, por la que se prorrogan los plazos para la presentación de las solicitudes y de remisión de los informes-propuesta de los incentivos correspondientes al ejercicio 2013, al amparo del Real Decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de co-

Plan general de actividades preventivas de la Seguridad Social, a aplicar por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social

tizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral.

(B.O.E. nº 145 de 16.06.2014)

RESOLUCIÓN de 5 de junio de 2014, de la Universidad de Cádiz, por la que se publica el plan de estudios de Máster en Prevención de Riesgos Laborales.

(B.O.E. nº 158 de 30.06.2014)

Diario Oficial de la Comunidad - (DOCE)

Del 1 de abril al 30 de junio de 2014

DECISIÓN del Consejo, de 17 de febrero de 2014, por la que se autoriza a los Estados miembros a firmar, ratificar o adherirse al Acuerdo de Ciudad del Cabo de 2012 sobre la aplicación de las disposiciones del Protocolo de Torremolinos de 1993 relativo al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros de 1977.

(D.O.U.E. nº L 106/4 de 09.04.2014)

COMUNICACIÓN de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 89/686/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1989, sobre aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros relativas a los equipos de protección individual. Normas armonizadas.

(DOUE nº C 110 de 11.04.2014)

REGLAMENTO de ejecución (UE) nº 405/2014 de la Comisión, de 23 de abril de 2014, por el que se aprueba el uso de ácido láurico como sustancia activa existente en biocidas del tipo de producto 19.

(D.O.U.E. nº L 121/8 de 24.04.2014)

DECISIÓN de ejecución de la Comisión, de 24 de abril de 2014, sobre la no aprobación de determi-

nadas sustancias activas biocidas de conformidad con el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo.

(D.O.U.E. nº L 124/27 de 25.04.2014)

COMUNICACIÓN de la Comisión Orientaciones de la Comisión Europea sobre el informe de la situación de partida en el marco del artículo 22, apartado 2, de la Di-

rectiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales.

(D.O.U.E. nº L 136/3 de 06.05.2014)

REGLAMENTO (UE) nº 474/2014 de la Comisión, de 8 de mayo de 2014, que modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por lo que respecta al 1,4-diclorobenceno.

(D.O.U.E. nº L 136/19 de 09.05.2014)

REGLAMENTO delegado (UE) nº 492/2014 de la Comisión, de 7 de marzo de 2014, que completa el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a las normas de renovación de las autorizaciones de biocidas objeto de reconocimiento mutuo.

(D.O.U.E. nº L 139/1 de 14.05.2014)

COMUNICACIÓN de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

(D.O.U.E. nº C 149/33 de 16.05.2014)

Aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los equipos de protección individual. Normas armonizadas

DIRECTIVA delegada 2014/69/UE de la Comisión, de 13 de marzo de 2014, que modifica, para adaptarlo al progreso técnico el anexo IV de la Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a una exención para el plomo en cerámica dieléctrica de condensadores con una tensión nominal inferior a 125 V CA o 250 V CC para instrumentos industriales de vigilancia y control.

(D.O.U.E. nº L 148/72 de 20.05.2014)

DIRECTIVA delegada 2014/72/UE de la Comisión, de 13 de marzo de 2014, que modifica, para adaptarlo al progreso técnico, el anexo III de la Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a una exención para el plomo en pastas de soldadura y acabados de terminaciones de componentes eléctricos y electrónicos y acabados de circuitos impresos utilizados en módulos de encendido y otros sistemas eléctricos y electrónicos de control de motores.

(D.O.U.E. nº L 148/78 de 20.05.2014)

DIRECTIVA delegada 2014/73/UE de la Comisión, de 13 de marzo de 2014, que modifica, para adaptarlo al progreso técnico, el anexo IV de la Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a una exención para el plomo en electrodos de platino platinizados utilizados en mediciones de la conductividad.

(D.O.U.E. nº L 148/80 de 20.05.2014)

DIRECTIVA delegada 2014/76/UE de la Comisión, de 13 de marzo de 2014, que modifica, para adaptarlo al progreso técnico, el anexo III de la Directiva 2011/65/UE del Par-

lamento Europeo y del Consejo en lo relativo a una exención para el mercurio contenido en los tubos luminosos de descarga de fabricación artesanal (HLDT) utilizados en rótulos, dispositivos de iluminación decorativa o arquitectónica y especializada, y creaciones de iluminación artística.

(D.O.U.E. nº L 148/86 de 20.05.2014)

REGLAMENTO (UE) nº 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

(D.O.U.E. nº L 152/1 de 22.05.2014)

DIRECTIVA 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos, y por la que se deroga la Directiva 1999/5/CE.

(D.O.U.E. nº L 153/62 de 22.05.2014)

REGLAMENTO (UE) nº 540/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre el nivel sonoro de los vehículos de motor y de los sistemas silenciadores de recambio, y por el que se modifica la Directiva 2007/46/CE y se deroga la Directiva 70/157/CEE.

(D.O.U.E. nº L 158/131 de 27.05.2014)

DECISIÓN nº 585/2014/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, sobre la implantación del servicio de llamadas de emergencia interoperable en toda la Unión (eCall).

(D.O.U.E. nº L 164/6 de 03.06.2014)

Implantación del servicio de llamadas de emergencia interoperable en toda la Unión (eCall)

DECISIÓN de la Comisión, de 28 de mayo de 2014, por la que se establecen los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica de la UE a las pinturas y barnices de interior y exterior.

(D.O.U.E. nº L 164/45 de 03.06.2014)

DECISIÓN de la Comisión de 28 de mayo de 2014 por la que se modifican las Decisiones 2011/263/UE, 2011/264/UE, 2011/382/UE, 2011/383/UE, 2012/720/UE y 2012/721/UE a fin de tener en cuenta la evolución de la clasificación de las sustancias.

(D.O.U.E. nº L 164/74 de 03.06.2014)

DICTAMEN del Comité Económico y Social Europeo sobre la «Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo que modifica el Reglamento (CE) nº 1013/2006, relativo a los traslados de residuos».

(D.O.U.E. nº C 170/113 de 05.06.2014)

REGLAMENTO (UE) nº 598/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, relativo al establecimiento de normas y procedimientos con respecto a la introducción de restricciones operativas relacionadas con el ruido en los aeropuertos de la Unión dentro de un enfoque equilibrado y que deroga la Directiva 2002/30/CE.

(D.O.U.E. nº L 173/65 de 12.06.2014)

COMUNICACIÓN de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 2009/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2009, sobre la seguridad de los juguetes.

(D.O.U.E. n° C 181/1 de 13.06.2014)

DIRECTIVA 2014/79/UE DE LA COMISIÓN de 20 de junio de 2014 por la que se modifica, en lo que res-

pecta al TCEP, el TCPP y el TDCP, el apéndice C del anexo II de la Directiva 2009/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la seguridad de los juguetes.

(D.O.U.E. n° C 182/49 de 21.06.2014)

DIRECTIVA 2014/80/UE DE LA COMISIÓN de 20 de junio de 2014 que modifica el anexo II de la Directiva 2006/118/CE del Parlamento

Europeo y del Consejo, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

(D.O.U.E. n° C 182/52 de 21.06.2014)

DIRECTIVA 2014/81/UE de la Comisión de 23 de junio de 2014 por la que se modifica el apéndice C del anexo II de la Directiva 2009/48/CE del Parlamento Eu-

Comunicación de la Comisión sobre la seguridad de los juguetes y el bisfenol A

ropeo y del Consejo, sobre la seguridad de los juguetes, en lo que respecta al bisfenol A.

(D.O.U.E. n° L 183/49 de 24.06.2014)

Normas EA, UNE, CEI editadas

Del 1 de marzo al 30 de abril de 2014

Con la colaboración de **AENOR**

SEGURIDAD

- PNE-prEN ISO 14122-4:2014. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 4: Escaleras fijas (ISO/DIS 14122-4:2014).
- PNE-EN 60335-1:2012/FprAD: 2014. Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.
- PNE-EN 62115:2005/FprAC: 2014. Juguetes eléctricos. Seguridad.
- UNE-EN 14025:2014. Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Cisternas metálicas sometidas a presión. Diseño y construcción.
- UNE-EN ISO 14119:2014. Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento aso-

**Seguridad de las máquinas.
Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos**

ciados a resguardos. Principios para el diseño y la selección. (ISO 14119:2013).

- UNE-EN 14143:2014. Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de buceo de circuito cerrado.

HIGIENE INDUSTRIAL

- PNE-ISO 2631-4:2014. Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero. Parte 4: Guía para la evaluación de los efectos de las vibraciones y del movimiento de rotación sobre el confort de los pasajeros y del personal en sistemas de transporte guiado.
- PNE 73701:2014. Descontaminación externa de personas.
- PNE 73702:2014. Recogida de muestras biológicas en caso de contaminación interna y/o irradiación externa.
- PNE 73704 IN:2014. Profilaxis radiológica con yoduro potásico en trabajadores de la industria nuclear.
- PNE 73705 IN:2014. Descontaminación interna de personas.

Aire de interiores: Estrategia de muestreo del dióxido de carbono

- PNE-prEN 62387:2014. Instrumentación de radioprotección. Sistemas de dosimetría integrados pasivos para el control personal y ambiental de radiación por fotones y beta.
- UNE-EN ISO 10819:2014. Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones transmitida a la mano. Medición y evaluación de la transmisibilidad de la vibración por los guantes a la palma de la mano. (ISO 10819:2013).

MEDIO AMBIENTE

- UNE-EN 16377:2014. Caracterización de residuos. Determinación de los retardantes de llama bromados (BFR) en residuos sólidos.
- UNE-EN ISO 14644-9:2014. Salas limpias y locales anexos controlados. Parte 9: Clasificación de la limpieza de superficies

mediante la concentración de partículas. (ISO 14644-9:2012).

- UNE-EN ISO 16000-26:2014. Aire de interiores. Parte 26: Estrategia de muestreo del dióxido de carbono (CO₂). (ISO 16000-26:2012).
- UNE-CEN/TS 16450:2014 EX. Aire ambiente. Sistemas automáticos de medida para la medición de la concentración de materia particulada (PM10; PM2,5).

ERGONOMÍA

- PNE-prEN 16710:2014. Ergonomía. Metodología para el análisis del trabajo en apoyo del diseño.
- PNE-prEN ISO 9241-391:2014. Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 391: Requisitos, análisis y métodos de ensayo de conformidad para la reducción de la fotosensibilidad (ISO/DIS 9241-391:2014).

**Ergonomía.
Metodología para el análisis del trabajo en apoyo del diseño**

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE es una publicación de periodicidad trimestral, especializada en prevención de accidentes humanos y materiales y medio ambiente.

La revista acepta para su publicación artículos y trabajos de investigación originales e inéditos, en español e inglés, relacionados con las áreas de Prevención de Riesgos Laborales, Protección contra Incendios y Protección Civil, Seguridad Vial, Riesgos Naturales, Conservación y Ahorro de Recursos Naturales, Desarrollo Sostenible y Cambio Climático.

Los trabajos enviados para su publicación deberán remitirse a:

Revista SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
Monte del Pilar, s/n
28023 El Plantío (Madrid)
Tlf.: 91 581 20 25
e-mail: opicazo@mapfre.com

Todos los originales serán sometidos a un proceso de evaluación por parte del Consejo de Redacción, del que resultará su aceptación, rechazo o propuesta de revisión del mismo. Los originales no aceptados serán devueltos a la dirección del remitente.

Los artículos publicados en la revista *SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE* se publicarán también en formato electrónico en la *web* de FUNDACIÓN MAPFRE, así como en otros formatos que en el futuro surjan, aceptando los autores de los artículos éstas y otras formas de publicación virtual o digital.

El autor recibirá un juego de primeras pruebas para corregir, quedando la revisión de las segundas a discreción del Comité de Redacción. Durante la corrección de pruebas sólo se podrán hacer adiciones a la versión original en muy contadas ocasiones, que serán debidamente justificadas. En el caso de artículos escritos por varios autores, será necesario adjuntar el nombre, la dirección de correo electrónico y número de teléfono del autor que hará de enlace entre la revista y el resto de los autores.

Estructura y contenido del material

El material remitido tendrá una extensión mínima de 15 y máxima de 25 hojas DIN-A4, compuestas a doble espacio por una sola cara, con fuente Arial a tamaño 12 puntos y que estarán numeradas correlativamente. Se enviará en formato Word (preferentemente .rtf o .doc) y deberá adaptarse a la siguiente estructura:

- **Título del artículo**, incluyendo antetítulo y subtítulo si el tema lo requiere.
- **Apellidos e inicial** de los autores, titulación académica y profesional de los mismos, y datos de contacto del autor que se responsabiliza de la correspondencia (dirección, teléfono, fax y correo electrónico).
- **Entradilla** o resumen breve del artículo.
- **Texto general** compuesto de los siguientes apartados:
 - Introducción
 - Desarrollo del artículo con sus apartados correspondientes
 - Conclusiones
- **Textos complementarios**. Con objeto de confeccionar una maqueta que haga el artículo más ágil y atractivo para su lectura, se recomienda el envío de textos complementarios que, no siendo el resumen del artículo, aporten información adicional.
- **Imágenes**. Las imágenes o figuras deberán ser en color y de la mayor calidad posible, con una resolución de 300 ppp y con un tamaño óptimo para su reproducción. Se enviarán en formato tif, jpg o pdf. Las imágenes deberán ir numeradas en guarismos arábigos por orden de aparición en el texto y acompañadas de un pie de foto o aclaración de las mismas. Igualmente, en el texto del artículo se indicará la imagen o gráfico que corresponda con al abreviatura (fig. x). Se referenciará su fuente en su caso, conforme a lo establecido en «Bibliografía».
- **Derechos de autor**. Se entregarán, si fuese necesario, autorizaciones para la reproducción de materiales ya publicados o el empleo de ilustraciones o fotografías.

▫ **Tablas**. Al igual que las imágenes, éstas deberán ir acompañadas de un título y en caso necesario su fuente de información, que se referenciará según lo indicado en «Bibliografía». Se numerarán de forma correlativa con guarismos arábigos y conforme a su aparición en el texto. Deberán entregarse en formato Word ó Excel (preferentemente .rtf, .doc o .xls) en páginas independientes del texto, incluyendo una página para cada tabla.

▫ **Sumarios o entresacados del texto**. Se remitirán 6 párrafos entresacados que resalten lo más significativo del artículo, con un máximo aproximado de 30 palabras por cada uno de ellos.

▫ **Resumen**. Se incluirá siempre con el artículo un resumen del contenido del mismo de 4 a 6 hojas DIN-A4 compuestas a doble espacio por una sola cara, que será utilizado para traducirlo al inglés e incorporado a los envíos a países de habla no hispana.

▫ **Bibliografía**. Se deberán adjuntar aquellas citas empleados por los autores en la elaboración del trabajo. Las referencias deberán estar citadas en el texto, numerándose de forma consecutiva según su aparición en el mismo. Se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis y como superíndice. Cuando se citen de forma repetida en el texto se hará con el número correspondiente. Los artículos aceptados para publicación se referenciarán como «en prensa». El formato de las referencias será:

- Autor / autores
- Título del artículo
- Nombre de la publicación
- Año
- Número
- Páginas

Sirva como ejemplo el siguiente:

1. Echarri, Fernando; Puig i Baguer, Jordi. *Educación ambiental y aprendizaje significativo. Seguridad y Medio Ambiente*, 2008 (112) 28-47.

▫ Se recomienda adjuntar un **glosario**.

2 AGENDA

Prevención de riesgos profesionales y medio ambiente

CONGRESO/SIMPOSIO	FECHAS	LUGAR	INFORMACIÓN
Seguridad			
Seguriexpo Ecuador	Del 31 de julio al 2 de agosto de 2014	Guayaquil (Ecuador)	web: www.seguriexpoecuador.com
20º Congreso mundial de seguridad y salud en el trabajo	Del 24 al 28 de agosto de 2014	Fráncfort (Alemania)	web: www.safety2014germany.com
Security Essen – Seguridad contra incendios	Del 23 al 26 de septiembre de 2014	Essen (Alemania)	web: www.security-messe.de
SICUR Latinoamérica	Del 15 al 17 de octubre de 2014	Santiago de Chile (Chile)	web: www.sicurlatinoamerica.cl
XIV Conferencia internacional sobre agua nebulizada	Del 22 al 23 de octubre de 2014	Estambul (Turquía)	web: www.iwma.net
Sicurezza	Del 12 al 14 de noviembre de 2014	Milán (Italia)	web: www.sicurezza.it
CISEO 2014 Lima: Congreso Internacional de Salud y Ergonomía Ocupacional	Del 26 al 28 de noviembre de 2014	Perú (Lima)	web: www.ciseo.org/es
Medio Ambiente			
Renewable Energy World Europe Conference	Del 3 al 5 de junio de 2014	Viena (Austria)	web: www.renewableenergyworld-europe.com
IFT ENERGY 2014 Antofagasta, Chile: Feria internacional de tecnologías energéticas	Del 22 al 24 de junio de 2014	Antofagasta (Chile)	web: www.ift-energy.cl/
World water week	Del 31 de agosto al 5 de septiembre de 2014	Estocolmo (Suecia)	web: www.worldwaterweek.org/
Demoverde Zaragoza 2014	Del 18 al 20 de septiembre de 2014	Zaragoza (España)	web: www.demoverde.es
Klimaenergy Bolzano	Del 18 al 20 de septiembre de 2014	Bolzano (Italia)	web: www.fierabolzano.it/klimaenergy/
H2Expo 2014 Hamburgo: Feria de tecnología de célula de hidrógeno y combustible	Del 23 al 26 de septiembre de 2014	Hamburgo (Alemania)	web: www.h2expo.de
SOFT 2014: Symposium on Fusion Technology, San Sebastián	Del 29 de septiembre al 3 de octubre de 2014	San Sebastián (España)	web: www.soft2014.eu/

CuidadoSOS: EDUCACIÓN PARA PREVENIR ACCIDENTES INFANTILES

Dirigido a:

- **Escolares** de primaria, en un período en el que se asientan los fundamentos de aprendizaje y los hábitos de convivencia, trabajo y respeto a los demás.
- **Familias**, responsables de velar por la protección de los niños y de adoptar las medidas adecuadas para evitar accidentes en el hogar.
- **Profesionales** de la educación, como actores principales en la transmisión de estos conceptos y valores a los escolares.

Para más información:
www.cuidadosos.com

FUNDACIÓN MAPFRE

www.fundacionmapfre.org



VI Encuentro de Salud y Trabajo

Valladolid, 5 y 6 de noviembre de 2014

La Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid acogerá la sexta edición del encuentro de Salud y Trabajo, en el que se debatirá entre otros, sobre los siguientes temas:

- Los factores individuales en relación a la salud.
- Promoción de la salud desde la empresa. Entornos de trabajo saludable.
- Nuevas tecnologías aplicadas a la salud.
- Estrategias en promoción de la salud desde las instituciones internacionales.

Más información:
+34 91 602 52 21



Universidad de Valladolid

FUNDACIÓN MAPFRE

www.fundacionmapfre.org

