

# El ozono, ¿solución o problema?



ALONSO BARAZA PEREGRÍN

*Técnico superior en Prevención.*

*FREMAP, Mutua de Accidentes de Trabajo (Murcia).*

## SUMARIO

*Cada vez es más frecuente encontrar en locales públicos o de trabajo aparatos productores de ozono u ozonizadores instalados con la finalidad de mejorar la calidad del aire del local por medio de la introducción en el mismo de ozono para que reaccione con los compuestos químicos que lo polucionan o para que eliminen los olores molestos, como el olor del humo del tabaco o el de los recipientes en los que se fríen alimentos. Esta práctica, que se estima beneficiosa, puede acarrear graves problemas de salud a las personas expuestas, ya que el ozono es un gas altamente oxidante y con efectos potencialmente muy peligrosos. En la concentración recomendada (0,1 ppm) pueden aparecer síntomas muy variados y que se agravan con la prolongación de la exposición. En consecuencia, los ozonizadores, deben ser desterrados de cualquier lugar en el que sea necesaria la presencia de personas y sólo deben emplearse en locales cerrados (cámaras frigoríficas, por ejemplo) o en tratamientos de desinfección del agua.*

**Palabras clave:** Ozono, limpieza del aire, calidad del aire en interiores, desodorización, desinfección, toxicidad del ozono.

## INTRODUCCIÓN

Al nivel de la gente de la calle existe la percepción de que el ozono (sea lo que sea esto) representa un serio problema, sobre todo porque se ha creado, a causa de la contaminación, un agujero en la Antártida que va a producir en los próximos años un aumento de los cánceres de piel como consecuencia de la mayor incidencia de los rayos solares sobre las personas que se exponen al sol; por lo tanto, el ozono es un gas beneficioso. Pero de la misma manera que, de forma inconsciente, no relacionamos el sol con los rayos UVA de los salones de belleza, tampoco como conscientes de que el ozono puede ser un gas peligroso y que es posible que esté muy bien en la estratosfera, pero muy mal en el comedor de nuestra casa.

Así pues, es fácil encontrar en las revistas técnicas sectoriales artículos que ponderan las propiedades beneficiosas del ozono en diversas actividades e incluso en revistas de gran tirada o en diarios nacionales podemos ver anuncios de aparatos productores de ozono para utilizarlos en oficinas, salas de fiesta, bares, cafeterías, cocinas, pescaderías o para colocarlos en el salpicadero del coche.

Por otro lado, cuando se leen las secciones de ecología de esos mismos medios podemos encontrarnos con otras noticias, generalmente publicadas con menos alarde tipográfico, que nos informan de que las mediciones de contaminación atmosférica en esta o aquella ciudad han detectado niveles muy altos de ozono o que determinados aparatos modernos, como las copiadoras láser, pueden producir exceso de ozono.

¿Dónde está la verdad? Como en casi todos los campos de esta vida, ambas posturas pueden ser ciertas, dependiendo de las condiciones. Sin embargo, es nuestra creencia que el ozono ambiental representa, a nivel de la superficie terrestre, un problema muy serio, y este artículo pretende darlo a conocer.

## ¿QUÉ ES EL OZONO?

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno, de la misma manera que el diamante es una forma alotrópica del carbono. ¿Qué quiere decir esto? Que los elementos químicos se pueden encontrar en la naturaleza en diversos estados (sólido, líquido o gaseoso), pero también en diferentes formas, así el elemento carbono se presenta como carbón amorfo, grafito y diamante, dependiendo de la forma en que están ordenados los átomos. A estos distintos aspectos se les denomina formas alotrópicas y pueden tener propiedades muy diferentes unas de otras.

El oxígeno se puede presentar en dos formas alotrópicas: oxígeno diatómico (O<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>). La forma que predomina a nivel de la superficie terrestre es la diatómica, estando el ozono presente sólo como trazas; sin embargo, en la estratosfera (altura entre 15 y 25 km) su concentración puede llegar hasta el 27 por ciento.

El ozono se produce por acción de una descarga eléctrica sobre oxígeno o sobre aire. De esta manera se pueden llegar a concentraciones de ozono del orden de 10 por ciento en volumen (1). En la estratosfera la incidencia de la luz ultravioleta descompone el oxígeno diatómico y produce ozono (2).

Los estudios sobre contaminación atmosférica han demostrado que el ozono se puede también producir por la acción combinada sobre el oxígeno atmosférico de la luz solar y los óxidos de nitrógeno procedentes de los motores de combustión interna (3).

- (1)  $3 O_2 \rightarrow 2 O_3$
- (2)  $O_2 + \text{Luz ultravioleta} \rightarrow 2 O$   
 $O + O_2 \rightarrow O_3$
- (3)  $NO_2 + \text{Luz ultravioleta} \rightarrow NO + O$   
 $O + O_2 \rightarrow O_3$

Las propiedades comparadas del oxígeno y del ozono se exponen en la tabla núm. 1:

TABLA 1.

	Oxígeno	Ozono
Peso molecular	30,9998	47,998
Peso específico	2,141	1,429
Punto de ebullición	-182,97 °C	-111,9 °C
Color	Incoloro	Incoloro o azulado
Olor	Inodoro	Picante
Umbral olfativo de percepción	—	0,01-0,015 ppm
Comportamiento químico	Oxidante	Muy oxidante

El ozono presenta una reactividad muy alta que viene derivada de la relativa inestabilidad de su molécula, que hace que se rompa según la reacción:



originando de esta forma oxígeno naciente, que es el responsable de su alta capacidad de oxidación. Estas características implican que, en la baja atmósfera, el ozono reacciona rápidamente con cualquier compuesto fácilmente oxidable y desaparece, siendo su concentración variable según las estaciones, pero manteniéndose, generalmente, entre 0,005 y 0,05 ppm. No obstante, en las ciudades en las que el ozono procede básicamente de la reacción (3) se observa que puede llegar a acumularse una cantidad relativamente grande. Esto es debido a la interferencia de los hidrocarburos no quemados de acuerdo con el siguiente esquema.

— En ausencia de hidrocarburos en el ambiente, el ozono reacciona con el NO, e invirtiendo las reacciones (3) produce NO<sub>2</sub>. De esta manera, una reacción equilibra a la otra y no se produce acumulación de ozono.

— En presencia de hidrocarburos volátiles, el oxígeno naciente procedente de la descomposición de la molécula de ozono y los iones OH procedentes del vapor de agua los atacan y dan lugar a radicales orgánicos libres.

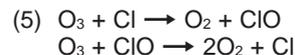
— Estos radicales orgánicos libres reaccionan con el NO y forman compuestos orgánicos azoados y NO<sub>2</sub>.

— El resultado de estas complejas reacciones es que el NO desaparece y se incrementa la concentración ambiental de NO<sub>2</sub> y ozono.

En la alta atmósfera, la situación era similar a la descrita, pero en un estado de equilibrio en el que el porcentaje de ozono era mucho más alto, ya que la absorción de los rayos ultravioleta por el oxígeno originaba ozono, y la descomposición de éste, favorecido también por los rayos

ultravioleta, originaba de nuevo oxígeno y un desprendimiento neto de calor. En definitiva, el ozono actúa como un paraguas que absorbe los rayos ultravioleta, especialmente en el rango de los 200-360 nm.

Pero a partir de la invención y posterior utilización masiva de los clorofluocarbonos o CFCs se produjo una lenta difusión de éstos hacia la alta atmósfera, y allí sus moléculas, por la acción de las tantas veces citados rayos ultravioleta, se descomponen y liberan cloro, que interfieren en el ciclo del ozono según las reacciones siguientes:



es decir, que el cloro actúa como un catalizador de la reacción de descomposición del ozono, rompiendo tres moléculas de ozono y reapareciendo incólume al final del proceso. Esta reacción, a pesar de que no es muy rápida, es la que ha originado el famoso agujero de ozono de la Antártida.

## EFFECTOS SOBRE EL CUERPO HUMANO

El ozono actúa principalmente por vía respiratoria y sus efectos dependen de su concentración en el aire respirado. La exposición aguda presenta los siguientes síntomas:



Es fácil encontrar en revistas técnicas sectoriales anuncios de aparatos productores de ozono para utilizarlos en oficinas, bares, cocinas, viviendas, etc.

- 0,01-0,015 ppm. Umbral de detección olfativo.
- 0,05-0,10 ppm. Irritación de la nariz y de la garganta.
- 0,15-1 ppm. Disminución de la agudeza visual, dolores de cabeza, tos, fatiga, sensación de opresión en el pecho, dolor subesternal.
- 1,5-2,5 ppm. Trastornos neurológicos y de coordinación, dificultad de expresión, alteraciones hematológicas.
- 4-5 ppm. Edema pulmonar hemorrágico.
- 10 ppm. Coma.
- > 15 ppm. Mortal.

Muchos de los síntomas relacionados anteriormente con frecuencia no se manifiestan inmediatamente después de la exposición, sino que pueden pasar horas hasta que aparecen y se ven agravadas si durante la exposición se ha estado efectuando un esfuerzo físico.

Los valores límite de exposición según la ACGIH son en 1998 los siguientes:

- Trabajo ligero: 0,1 ppm/0,20 mgrm/m<sup>3</sup>.
- Trabajo moderado: 0,08 ppm/0,16 mgrm/m<sup>3</sup>.
- Trabajo fuerte: 0,05 ppm/0,1 mgrm/m<sup>3</sup>.

y además se propone la adición del nivel 0,2 ppm/0,4 mgrm/m<sup>3</sup> para aque-

llas exposiciones que no superen las dos horas.

La intoxicación crónica no está bien documentada, pero se ha sugerido, tras muchos ensayos en animales, que una exposición repetida a concentraciones del orden de 1 ppm podría dar lugar a síndromes pulmonares de obstrucción crónica o a enfisemas.

Por otro lado, el ozono tiene otros efectos sobre los seres vivos; así se ha demostrado que es teratógeno en ratones y se ha sugerido que pudiese tener una acción mutágena sobre el hombre. Además, se le considera como un producto radiomimético o de efectos similares a la radiación. Este efecto se debe a su estructura de radical libre y, consecuentemente, no existe un límite umbral que pudiésemos considerar seguro, ni la exposición, aunque sea mínima, carece teóricamente de efectos negativos.

## USOS DEL OZONO

El ozono no es una sustancia que se use extensamente en el mundo moderno, tras una revisión extensa de la biografía, hemos podido documentar las siguientes aplicaciones:

- Agente oxidante en la industria de la química orgánica.
- Depuración de aguas potables.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Limpieza del agua de piscinas.

- Control de hongos y bacterias en alimentos y cámaras frigoríficas.
- Decoloración de tejidos, pasta de papel, ceras, almidón y azúcares.
- Refinado de aceites minerales.
- Procesado de algunos perfumes.
- Desinfección y desodorización de interiores.

## FUENTES DE OZONO EN EL MEDIO LABORAL

Aparte de la presencia de ozono en las actividades relacionadas anteriormente y que podría considerarse como normal, ya que el mismo es una parte del proceso, el ozono aparece en diversas actividades industriales como un contaminante no deseado; así, la soldadura al arco con gas inerte puede producirlo en concentraciones del orden de 6-9 ppm.

Otra fuente que aparece con frecuencia en las publicaciones son las fotocopiadoras y las impresoras láser. Según un estudio del INRS francés, este ozono procede del aire y se produce por la acción de la luz ultravioleta con longitud de onda en torno a los 250 nanómetros. La cantidad de ozono que se puede llegar a acumular en una habitación mal ventilada en la que haya varias máquinas con utilización intensiva puede llegar a ser del orden de las 0,2 ppm.

No obstante lo anterior, la presencia de ozono en el medio laboral no suele

ser problema, ya que se detecta bastante fácilmente por su olor y basta una buena ventilación para eliminar el exceso. Además, y en el caso en que interese detectarlo por otros medios, la reacción con el yoduro de potasio es cuantitativa y puede realizarse haciendo pasar el aire por la solución o bien por medio de tiras de papel impregnadas de yoduro de potasio y almidón, que, en presencia de ozono, se colorean de azul añil que hace innecesario el uso de aparatos complicados o de difíciles técnicas analíticas.

## UTILIZACIÓN DEL OZONO PARA MEJORAR EL AIRE Y EL AGUA

Un caso especial lo presenta la utilización de aparatos productores de ozono en habitaciones cerradas o incluso dentro de los conductos de aire acondicionado o del habitáculo de los vehículos como desodorizante y desinfectante.

### Razones de los vendedores

Diversas firmas comercializan aparatos productores de ozono u ozonizadores para diversos usos, entre los que preconizan los siguientes:

- Desodorización y desinfección de:
  - Aseos.
  - Granjas.

- Cámaras frigoríficas.
- Consultas médicas y hospitales.
- Almacenes y comercios de carnes, pescados y hortalizas.
- Agua para consumo y para piscinas.
  - Desodorización y eliminación del humo del tabaco en lugares públicos.
  - Eliminación de gases nocivos en:
    - Industrias.
    - Garajes.
    - Estaciones de servicio.

Toda la estrategia comercial de estos equipos descansa en la acción bactericida, fungicida y desodorizante del ozono, atribuyéndose al mismo acciones tan diversas como las que se relacionan a continuación:

- Eliminación de las caries.
- Disminución del ácido úrico.
- Disolución de los cálculos renales y biliares.
- Mejora de las gastritis y curación de las úlceras estomacales.
- Tratamiento de la celulitis.
- Tratamiento de las psoriasis y los herpes.
- Eliminación de la caspa.
- Mejora de las broncopatías, asma y alergias respiratorias.

Como puede verse, el ozono, menos para comer, sirve para todo y es la medicina universal. ¿Y a qué dosis hay que tomar esta medicina para que sea eficaz, según sus patrocinado-

res? Pues a la dosis de 0,2 mgrm/m<sup>3</sup> y hora como mínimo, ya que, aunque casi todas las marcas recomiendan esta concentración e incluso alguna hace referencia a que es la concentración que se estipula en el Reglamento de Actividades Nocivas, Molestas, Insalubres o Peligrosas, una de ellas preconiza un método de cálculo más sofisticado. «Cójase un local cualquiera, hállese su volumen sin descontar muebles o máquinas y aplíquese un coeficiente corrector según la actividad (este coeficiente va desde uno en oficinas a veinticinco en granjas, pasando por dos en bares y cafeterías, ocho en freidurías o tres en bibliotecas). En locales públicos añádanse 10 m<sup>3</sup> por persona. De esta manera obtendremos un volumen virtual del local, y a este volumen aplicamos la tasa de 0,2 mgrm/m<sup>3</sup>/hora, y problema resuelto.»

A título de ejemplo vamos a calcular la cantidad de ozono necesaria para distintos locales de iguales dimensiones (10 x 4 x 2,5 metros) siguiendo el método anterior:

	mgrm/m <sup>3</sup> /h
- Oficinas (con 5 personas)	30
- Bar (con 10 clientes)	40
- Peluquería de señoras (con 5 personas)	70
- Almacén de frutas	120
- Freiduría	160
- Granja de aves	400
- Granja de cerdos	500

La explicación de este coeficiente corrector viene dada por la razón de que el aire no está igual de contaminado en los distintos locales, y para conseguir que quede ozono residual es necesario ajustar la dosis.

Por supuesto, además, de conseguir los efectos beneficiosos relacionados anteriormente, incrementamos el nivel de oxígeno en los locales de trabajo, lo que incrementa la alegría y la productividad, y por último, ayudamos a rellenar el famoso agujero de ozono de los Polos.

### Situación real

Cuando introducimos un generador de ozono en un recinto contaminado con vapores orgánicos de cualquier tipo lo que ocurre es que el O<sub>3</sub> reacciona con ellos y aunque, teóricamente, la oxidación podría llegar hasta la con-



El ozono actúa principalmente por vía respiratoria y sus efectos dependen de su concentración en el aire respirado.

versión de los contaminantes en dióxido de carbono y agua, la realidad es que se queda en las etapas intermedias y se forman radicales libres que reaccionan con los vapores orgánicos presentes y con el resto de los compuestos presentes en el aire (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.), y al final dan una mezcla de ácidos, aldehídos, cetonas y ésteres que, a su vez, pueden volver a reaccionar entre sí, siendo prácticamente imposible el llegar a saber a priori qué compuestos pueden aparecer y qué efectos pueden tener sobre la salud de las personas expuestas.

Mark F. Boeniger, en el artículo «Use of ozone generating devices to improve indoor air quality», publicado en el número de junio de 1995, del Journal of the American Industrial Hygienist Association, ha recopilado en un cuadro los estudios experimentales realizados en torno a este tema:

reacción característica de cada compuesto, que oscila de 10<sup>-15</sup> a 10<sup>-24</sup>. Conociendo ambos datos se puede calcular la semivida de cualquier compuesto. Para el rango, ya citado, de 0,1 ppm de ozono se obtienen los datos aproximados siguientes:

- Acetaldehído: 0,9 años.
- Ciclohexano: 880 años.
- Estireno: 3,9 horas.
- Formaldehído: 4.400 años.
- n-Heptano: 880 años.
- n-Hexano: 880 años.
- n-Hexanal: 9 años.
- Isobutanol: 0,9 años.
- Metilciclohexano: 880 años.
- Tetracloroetileno: 0,9 años.
- Tolueno: 0,9 años.
- 1,1,1-Tricloroetano: 880 años.
- m,p-Xileno: 9 años.

lo que nos hace ver que, salvo para muy contados productos, como pudie-

tos orgánicos en el aire, siendo su aparente efecto desodorante ocasionado más por la reducción de la capacidad olorosa de las personas expuestas que por la reacción del ozono con los compuestos odorantes.

Por otro lado, el efecto fungicida y bactericida del ozono, que está bien documentado y que se usa con bastante éxito para eliminar el uso del cloro en la depuración de aguas, cuando se aplica al aire no está tan claro, ya que, aunque, según Witheridge y Yaglou, una concentración entre 0,3 y 1,5 ppm inhibe el crecimiento de los mohos y hongos en las cámaras frigoríficas de conservación de alimentos, los mismos autores reseñan que para conseguir eliminar los microorganismos transmitidos por el aire nos hace falta una concentración de 6.500 ppm, concentración que imposibilita su uso en locales habitados.

Así pues, el uso de ozono gas en el interior de habitaciones o en las conducciones de aire acondicionado no se justifica por el efecto desodorante ni por su reactividad química.

### Nuestra experiencia

A continuación relatamos cuatro casos en los que el departamento de prevención de FREMAP Murcia ha intervenido:

1.º Nuestro primer contacto con el ozono vino como consecuencia de una consulta que se nos realizó por parte de una empresa de fabricación de muebles que había recibido la visita de un vendedor de generadores de ozono, el cual les había convencido de que lo mejor para eliminar los vapores de disolvente de la cabina de pintura era la instalación de un generador de ozono en la misma. Aunque según su apreciación subjetiva, el olor en la cabina había disminuido tras la instalación del aparato, no estaban muy seguros de si habían obrado bien o mal. Tras darles traslado de la información que obra en nuestro poder procedieron a retirar el aparato productor de ozono y a mejorar el sistema de extracción de la cabina.

2.º El médico de una empresa asociada nos solicita colaboración, ya que no consigue determinar de donde proceden los síntomas que le refiere la telefonista de la empresa y que ella achaca a los nuevos aparatos de telefonía que han instalado. Tras una visita al centro de trabajo observamos que encima de la ventanilla de la centralita, a una altura de unos 2 metros, había instalado un generador de ozono que, según la versión de la tele-

Estudio	Resultado experimental
Mediciones instrumentales efectuadas en habitaciones con moqueta recién instalada, con y sin ozono.	Con ozono, algunos compuestos alquénicos reaccionan y producen aldehídos, cetonas y ácidos orgánicos. La concentración total de productos volátiles se incrementa.
Tratamiento con ozono del aire procedente de los procesos de tratamiento en húmedo del fango de aguas residuales.	El ozono produce múltiples compuestos nuevos que se determinaron por espectrometría ultravioleta visible.
Efecto de los aparatos de generación de ozono en las concentraciones de formaldehído medidas en cabina.	El ozono no ejerce influencia sobre la desaparición del formaldehído presente en el aire.
Intensidad del olor antes y después de introducir ozono en una habitación, evaluado por un panel de personas seleccionadas.	Cuando se deja de introducir ozono, el olor reaparece, lo que indica que el ozono no ha hecho desaparecer los compuestos olorosos.
Concentración de varios compuestos orgánicos. en el aire medidos en presencia de ozono.	El ozono no afecta a la concentración de compuestos orgánicos en el aire, aunque la sensibilidad olorosa decrece en presencia de ozono.
Medición instrumental y personal del olor de humo de tabaco en una habitación cerrada tras la introducción de ozono.	El ozono no parece afectar al olor del humo de tabaco si ha transcurrido más de una noche antes de su introducción.

Además, este mismo autor ha calculado la semivida de varios compuestos en una atmósfera con una concentración de 0,1 ppm de ozono. (La semivida de un compuesto es el tiempo que se tarda en reducir su concentración en el aire a la mitad.) La semivida es independiente de la concentración inicial y sólo depende de la concentración de ozono y de una constante de

ra ser el estireno, el tiempo en que se reduciría la concentración del contaminante a niveles bajos es extremadamente largo y carente de utilidad práctica para mejorar el estado del aire.

Como resumen de lo anterior podemos destacar que el ozono no parece tener, a la vista de los resultados documentados, un gran efecto sobre las concentraciones de muchos produc-

fonista, habían instalado los de mantenimiento cuando ella se había quejado de poca renovación de aire en el cuarto. Tras retirar el generador desaparecieron los problemas de la operadora.

3.º A requerimiento de uno de nuestros médicos asistenciales mantuvimos conversaciones con un trabajador que había venido reiteradas veces manifestando malestar difuso y síntomas confusos. El trabajador realizaba su cometido en una empresa propietaria de varias granjas avícolas y tenía como función ir repartiendo medicamentos para las enfermedades de las aves por las distintas granjas. El reparto lo hacía con un furgón pequeño y, según manifiesta, el malestar era consecuencia del polvo de las medicinas que repartía. Durante la conversación con el trabajador averiguamos que, para desinfectar el furgón y no transmitir enfermedades de una a otra granja, habían instalado un ozonizador dentro del habitáculo del furgón conectado a la toma del mechero del vehículo. Tras retirar el ozonizador desaparecieron todos los problemas.

4.º Nos consulta una empleada de un despacho laboral qué métodos hay para saber si el despacho presenta el síndrome del edificio enfermo, porque ella nota últimamente síntomas raros, tales como picazón de ojos, sequedad de garganta, irritabilidad, y lo relacionaba con el funcionamiento del equipo de aire acondicionado. Personados en el despacho, no encontramos nada anormal, hasta que al preguntar al director si habían hecho últimamente alguna modificación en el equipo, nos manifestó que, tras la visita de un amigo y, dado que había mucho humo de tabaco en el local, él mismo les había recomendado la instalación de un ozonizador, cosa que habían efectuado, colocándolo a la salida de los filtros del equipo centralizado de aire acondicionado. La desconexión del generador de ozono hizo desaparecer todos los síntomas.



*El ozono se utiliza en el tratamiento y depuración de aguas residuales.*

## CONCLUSIONES

El uso de aparatos generadores de ozono u ozonizadores se está difundiendo bastante por el medio laboral impulsado por unas técnicas de venta bastante agresivas y un desconocimiento general de sus efectos, ya que la mayor parte de las personas consultadas nos indican que han instalado ozonizadores, no tanto para disminuir olores o humos como para conseguir una mejora de las condiciones del aire. Además existe un vacío legal, dado que en ninguna parte se prohíbe el uso de ozono para mejorar el aire.

Las dosis recomendadas por las casas comerciales son claramente excesivas, ya que, aunque la legislación española considera admisible el nivel de 0,1 ppm, la peregrina forma de calcular el volumen de las habitaciones vista anteriormente o bien colocar un aparato más grande para estar más seguros de su efecto beneficioso hace que los ozonizadores se sobredimensionen. Además, estos aparatos no suelen disponer de ningún ventilador que favorezca la dispersión del ozono, sino que simplemente introducen por diferencia térmica el gas en el ambiente, lo que hace que, aunque no se

hayan sobredimensionado, la concentración dentro de una habitación con pocas corrientes de aire siga una curva de difusión que indica que ésta es máxima bajo el aparato y mínima en la parte opuesta del recinto pudiéndose alcanzar en la parte alta de la curva concentraciones muy superiores a las que empiezan a causar efectos nocivos.

Los pobres resultados obtenidos en la eliminación de vapores orgánicos y la ignorancia que tenemos de las posibles reacciones que se originan en el ambiente con la introducción del ozono desaconsejan la utilización del



Un caso especial es la utilización de aparatos productores de ozono en habitaciones cerradas como desodorizantes y desinfectantes.

mismo para eliminar contaminantes del aire, y los efectos sobre la salud de las personas, aun a bajos niveles de concentración, nos imponen recomendar que se destierre su uso de cualquier ambiente en el que hayan de permanecer personas con asiduidad. Recordemos aquí que la concentración mínima recomendada por los fabricantes de ozonizadores se corresponde con la máxima recomendada en los TLVs para una exposición de ocho horas.

El desconocimiento por parte de los médicos de los efectos del ozono sobre la persona, unido a la confianza del público en que el ozono es una cosa beneficiosa, hace que, salvo excepciones, no se llegue a relacionar el malestar de las personas con la presencia del ozonizador.

Por último, comentar que no deja de llamar la atención que ninguna publicación de gran tirada ni ninguna revista de divulgación haya hecho la más mínima mención a los riesgos del ozono sobre las personas. Por otra parte, tampoco parece que el tema haya despertado el interés de las autoridades sanitarias o de las asociaciones de consumidores, lo que nos lleva a la situación actual, en la que nos podemos encontrar ozonizadores en despachos públicos, cafeterías, bares, restaurantes, consultas médicas, oficinas y, en general, en aquellos lugares donde se fuma, o existe contaminación, o se quiere dar impresión de limpieza o asepsia.

¿Cómo reconocer un generador de ozono? Generalmente, se presenta como un aparato similar a los que se

usan para esparcir ambientadores o insecticidas, es decir, una caja con un interruptor y una luz testigo de funcionamiento y con una rejilla; además, la marca o el modelo suele llevar incluida de alguna manera la totalidad o parte de las letras de la palabra ozono (por ejemplo, OZONAIR, COLD-OZON, etc.). Normalmente, están colocados a una cierta altura, colgados en una pared y, si llevan algún tiempo instalados, hay una señal inequívoca que los delata: la parte de pared y techo, situado sobre el aparato, adquiere un color tostado, similar al de papel a medio quemar como consecuencia de la oxidación que el ozono produce.

Como última recomendación, solamente decir que los técnicos de prevención, fieles a nuestra obligación de disminuir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, hemos de hacer que los ozonizadores desaparezcan del medio laboral. Bastantes peligros potenciales existen ya para que, además, introduzcamos otros ajenos y de efectos imprevisibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOENIGER, MARK F. (1995): «Use of ozone generating devices to improve indoor air quality», *Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal*, n.º 56, junio.
- BRESLIN, KAREN (1996): «El impacto del ozono», *Noticias de Seguridad*, mayo.
- DESOLLE, H.; MARTÍ MERCADAL, J. A.; SCHERRER, J., y TRUHAUT, R.: *Medicina del trabajo*, Editorial Masson.
- HURÉ, P., y ROUSSELIN, X. (1994): *L'émission d'ozone par les photocopieurs et les imprimantes laser*, INRS. París.
- IRVING SAX, N.: *Dangerous properties industrial materials*, 5.ª edición.
- KOENE, MARC (1992): «Emisiones de ozono provocan problemas en el clima», *JANUS*, n.º 10.
- LAUWERYS, R.: *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*. Ed. Masson.
- OZONO: *Fichas Internacionales de Seguridad Química*, n.º 3-167, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO: *Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- (1986): «Prévention des accidents et des maladies professionnelles lors du traitement de l'eau». *Cahiers Suisses de la Sécurité du Travail*, n.º 143, septiembre.
- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas*, Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre. *BOE*, n.º 292, de 7/XII/61.
- WITHERIDGE, W. N., y YAGLOU, C. P. (1939): Ozone in ventilation. «Its possibilities and limitations», *ASHVE Trans.*, n.º 45.



La presencia de ozono en el medio laboral no suele ser problema, ya que se detecta fácilmente por su olor y basta una buena ventilación para eliminar el exceso.