

Lavado de gases:

Tratamientos con

ozono

por vía húmeda

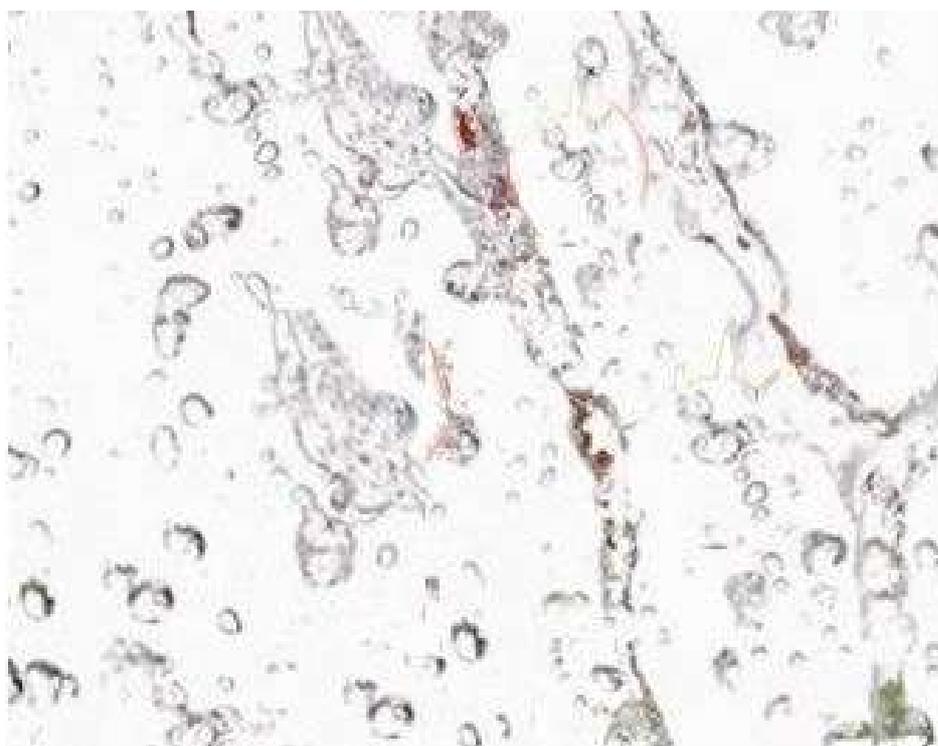
ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN	1
2- EFLUENTES GASEOSOS EN AIRE INTERIOR	2
3- TRATAMIENTOS CON OZONO POR VÍA HÚMEDA	3
3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	3
3.2.- CARACTERIZACIÓN DEL OZONO.....	4
3.2.a.- MECANISMO DE ACCIÓN	6
3.2.b.- DESINFECCIÓN	7
3.2.c.- OXIDACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS	8
4- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	9
4.1.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	9
4.2.- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	10
5- TOXICOLOGÍA	11
6- NORMATIVA	13
7- INICIATIVAS EN I+D	14
8- PUBLICACIONES	17

María del Mar Pérez Calvo
Dr. en CC. Biológicas
Responsable de I+D de Cosemar Ozono

1 INTRODUCCIÓN

“Lavado de gases” es el término general que se aplica a los procedimientos de limpieza o purificación de emisiones gaseosas, tanto en industria como en laboratorio, recurriendo a un líquido como medio colector.



Los contaminantes del aire así tratado (lavado) son separados del flujo gaseoso al entrar en contacto con un líquido, ya sea por empaque húmedo, aspersión, burbujeo u operaciones equivalentes.

Los lavadores de gases son utilizados ampliamente para la eliminación de polvos, nieblas, vapores y olores, así como para la neutralización de gases tóxicos.

El líquido lavador puede ser agua, aceite, una solución alcalina o agua ozonizada, dependiendo de los contaminantes a eliminar.

2 EFLUENTES GASEOSOS EN AIRE INTERIOR

La exposición del público en general a aire interior contaminado, viene determinado por la concentración de contaminantes en el medio, (provenientes principalmente del tipo de combustible utilizado en los locales y de las cocinas) y del tiempo que pasan en ese ambiente.

Los humos no son otra cosa que suspensiones de sólidos y/o líquidos en los gases de combustión o en el aire. En el humo presente en ambientes interiores, se puede encontrar una amplia variedad de contaminantes perjudiciales para la salud:

- ✚ Partículas (mezclas complejas de productos químicos en estado sólido)
- ✚ Monóxido de carbono
- ✚ Óxidos de nitrógeno
- ✚ Óxidos de azufre (mayoritariamente del carbón)
- ✚ Formaldehído
- ✚ Carcinógenos en general (sustancias químicas que aumentan el riesgo de cáncer, como el benzo(a)pireno o benceno)

Las partículas con un diámetro de $10\ \mu$ (PM10) o menor, son capaces de penetrar profundamente en los pulmones, siendo las que representan un mayor peligro potencial para la salud.

En función de la actividad y características de los locales, los humos procedentes de cocinas en el campo de la hostelería, estarán formados por mezclas variables de:

2

- ✚ Vapor de agua
- ✚ Restos proteicos procedentes de tejido animal
- ✚ Restos de sustancias grasas con el mismo o distinto origen
- ✚ Una reducida cantidad de compuestos azufrados
- ✚ Fragmentos de moléculas procedentes de la degradación de prótidos y lípidos iniciales por acción de la temperatura, todo ello en hidrólisis por la presencia de medio acuoso
- ✚ Hidrocarburos alifáticos de cadena corta

Aun en el caso de no resultar tóxicos, los humos procedentes de las instalaciones propias de las áreas profesionales de la Restauración, se pueden calificar como potencialmente molestos y organolépticamente desagradables.

3 TRATAMIENTOS CON OZONO POR VÍA HÚMEDA

3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El principio de funcionamiento del tratamiento de desodorización de humos es el lavado de los gases mediante un elevado caudal de agua en recirculación que retiene los contaminantes, principalmente restos parcialmente quemados que provocan opacidad y olores, así como aceites, que son arrastrados y fijados por el agua y oxidados por el ozono.

A la hora de diseñar un sistema de lavado de gases con ozono, ya sean de origen industrial o procedentes de cocinas, se debe actuar en primer lugar aislando los gases productores de olores y conduciéndolos hasta la zona de tratamiento.



Para ello se extrae el aire de las instalaciones mediante turbinas o extractores adecuados; los gases, dirigidos por tuberías, ingresan en la torre de lavado a través de una tolva de entrada.

A partir de ahí, se hace pasar el gas por una columna de agua ozonizada propulsada por una bomba de acero inoxidable auto aspirante, que recircula el agua del depósito inferior. La inyección de ozono se realiza a la salida de la bomba de extracción, en la tubería encargada de

llevar el agua aspirada por la bomba hasta la parte superior de la torre. Desde ahí, el agua ozonizada es expulsada mediante una tubería llena de toberas; estas toberas generan chorros entrecruzados que aumentan el tiempo y superficie de contacto, creando así una densa columna que deja el gas libre de residuos.

El agua, una vez terminado el lavado, cae por gravedad al depósito de recirculación situado en la parte inferior de la torre. Finalmente el aire, ya libre de partículas, pasa por este depósito inferior, de agua ozonizada, y sale al exterior por la chimenea de escape.

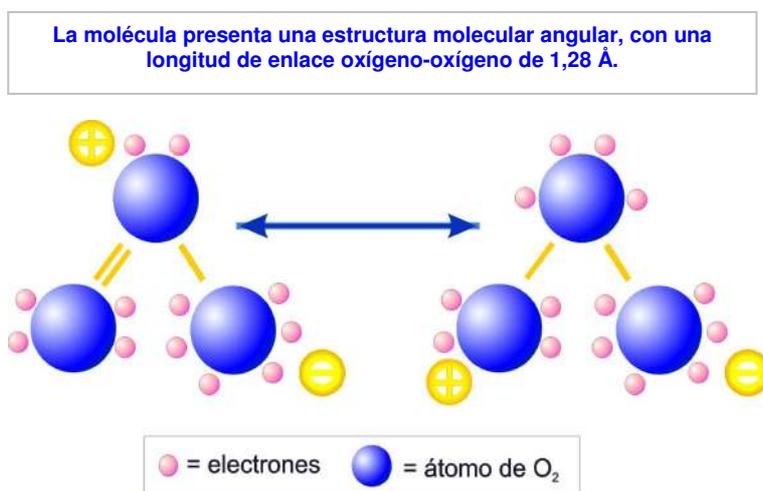
3.2.- CARACTERIZACIÓN DEL OZONO

Desde el punto de vista químico, el ozono es una forma alotrópica del oxígeno, formado por tres moléculas de éste, y cuya función más conocida es la de protección frente a la radiación ultravioleta del sol; pero también es un potente oxidante y desinfectante con gran variedad de utilidades. La más destacada es la desinfección de aguas.

De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de aguas, los radicales libres hidroxilo y el ozono tienen el potencial redox más alto (son los más oxidantes). Así pues,

gracias a su poder oxidante, el ozono puede ser útil, además de en los tratamientos de potabilización de agua, en todos aquellos procesos que requieran una oxidación rápida y eficaz de compuestos químicos o biológicos.

Se trata de un gas azul pálido e inestable, que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante, perceptible a menudo durante las tormentas eléctricas, así como en la proximidad de equipos eléctricos, según evidenció el filósofo holandés Van Marun en el año 1785. A una temperatura de -112°C condensa a un líquido azul intenso. En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es trece veces más soluble en agua que el oxígeno, pero debido a la mayor concentración de oxígeno en aire, éste se encuentra disuelto en el agua en mayor medida que el ozono.



Debido a la inestabilidad del compuesto, el ozono debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, que es por el cual pasa el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.

Debido a la inestabilidad del compuesto, el ozono debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, que es por el cual pasa el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.

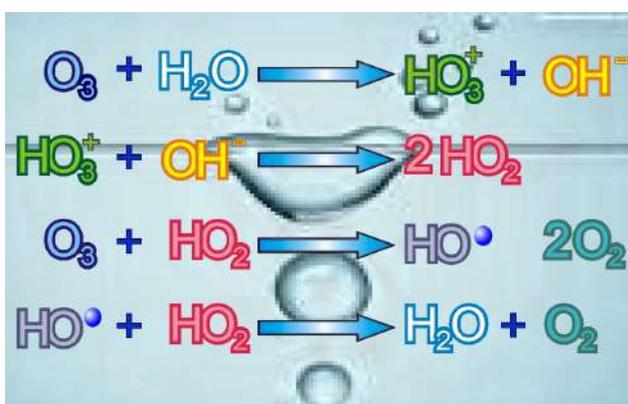
Aparte de su utilidad como desinfectante, el ozono es capaz de oxidar materia orgánica del agua, eliminar olores y sabores desagradables, así como de degradar compuestos químicos de diversa naturaleza.

3.2.a.- MECANISMO DE ACCIÓN

Cuando este gas es inyectado en el agua, puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción:

1. Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
2. Oxidación por radicales libres hidroxilo.

Los radicales libres hidroxilo, (OH^\cdot), se generan en el agua según las reacciones:

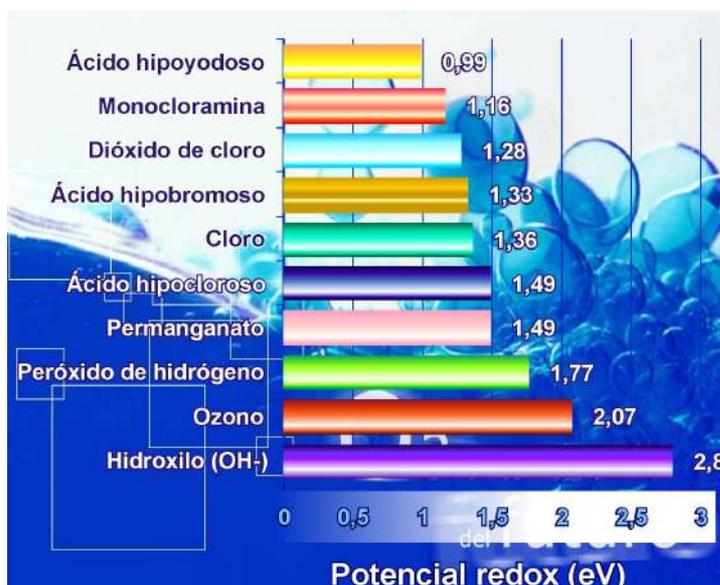


Los radicales libres así generados, constituyen uno de los más potentes oxidantes en agua, con un potencial de 2,80 V. No obstante, presentan el inconveniente de que su vida media es del orden de microsegundos, aunque la oxidación que llevan a cabo es mucho

más rápida que la oxidación directa por moléculas de ozono. De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de aguas, los radicales libres de hidroxilo y el ozono tienen el potencial más alto.

Así, dependiendo de las condiciones del medio, puede predominar una u otra vía de oxidación:

- ✚ En condiciones de bajo pH, predomina la oxidación molecular.
- ✚ Bajo condiciones que favorecen la producción de radicales hidroxilo, como es el caso de un elevado pH, exposición a radiación ultravioleta, o por adición de peróxido de hidrógeno, empieza a dominar la oxidación mediante hidroxilos.



3.2.b.- DESINFECCIÓN

Como ya hemos indicado, la eficacia del ozono como desinfectante está de sobra probada, habiéndose comprobado que es capaz de destruir esporas de *Bacillus subtilis*,

la forma más resistente de los microorganismos.

De hecho, el ozono es efectivo frente a gran número de microorganismos sobre los que actúa con gran rapidez, a bajas concentraciones y en un amplio rango de pH, debido a su alto potencial de oxidación; además no presenta efecto inhibitor reversible en los enzimas intracelulares o, lo que es lo mismo, los microorganismos no desarrollan resistencia frente a él; el ozono, asimismo, elimina eficazmente la película biológica (*biofilm*)¹ que se presenta como un reservorio de patógenos.

Microorganismos estudiados frente a los cuales es efectivo el ozono		
<p>ALGAS</p> <p><i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>BACTERIAS (I)</p> <p><i>Achromobacter</i> <i>Aeromonas hydrophilia</i> <i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Bacillus anthracis</i> <i>Bacillus megaterium</i> (esporas y vegetativa) <i>Bacillus mesentericus</i> <i>Bacillus paratyphosus</i> <i>Bacillus spores</i> Bacillus subtilis (esporas y vegetativa) <i>Clostridium tetani</i> <i>Corynebacterium diphtheriae</i> <i>Eberthella typhosa</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Legionella bozemanii</i> <i>Legionella dumoffii</i> <i>Legionella gormanii</i> <i>Legionella longbeachae</i> <i>Legionella micdadei</i> <i>Legionella pneumophila</i> <i>Leptospira canicola</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Micrococcus candidus</i> <i>Micrococcus sphaeroides</i> <i>Mycobacterium avium</i> complex <i>Mycobacterium leprae</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Neisseria catarrhalis</i> <i>Nocardia corallina</i> <i>Phytomonas tumefaciens</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Rhodospirillum rubrum</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Salmonella paratyphi</i></p>	<p>BACTERIAS (II)</p> <p><i>Salmonella typhimurium</i> <i>Salmonella typhosa</i> <i>Sarcina lutea</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella paradysenteriae</i> <i>Shigella sonnei</i> <i>Spirillum rubrum</i> <i>Staphylococcus albus</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus faecalis</i> <i>Streptococcus hemolyticus</i> <i>Streptococcus lactis</i> <i>Streptococcus salivarius</i> <i>Streptococcus viridans</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Vibrio comma</i></p> <p>HONGOS</p> <p><i>Microsporon audoaini</i> <i>Microsporon lenosum</i> <i>Monilia albicans</i> <i>Trichophyton</i> <i>Mentagrophytes</i> <i>Trichophyton purpureum</i></p> <p>ESPORAS DE HONGOS</p> <p><i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Mucor racemosus A</i> <i>Mucor racemosus B</i> <i>Oospora lactis</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Penicillium expensum</i> <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Rhizopus nigricans</i></p>	<p>NEMÁTODOS</p> <p>Huevos</p> <p>PARÁSITOS</p> <p><i>Cryptosporidium</i> <i>Giardia lamblia</i></p> <p>PROTOZOOS</p> <p><i>Paramecium</i> (Patógenas y no patógenas)</p> <p>VIRUS</p> <p><i>Adenovirus</i> <i>Bacteriophage</i> <i>Coliphage</i> <i>Corona</i> <i>Coxsackie</i> <i>Cytomegalovirus</i> <i>Echovirus</i> <i>Epstein Barr</i> <i>Flavivirus</i> <i>Herpes</i> (todos los tipos) <i>Hepatitis</i> <i>Influenza</i> <i>Orthomyxoviridae</i> <i>Paramyxoviridae</i> <i>Poliomielitis</i> <i>Retroviridae</i> (VIH) <i>Rhabdoviridae</i> (Rabia) <i>Rotavirus</i> <i>Syphilis</i> <i>Tobacco mosaic</i> <i>Toga</i></p> <p>LEVADURAS</p> <p>Levadura de panadería <i>Candida</i> (todas las formas) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces var.</i> <i>Ellipsoideus</i> <i>Saccharomyces sp.</i></p>

¹ Biofilm o película biológica: película compuesta por microorganismos, materia orgánica, residuos y materia inerte, que se fija a las paredes de conductos y depósitos de agua y actúa como reservorio de bacterias.

3.2.c.- OXIDACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS

En lo que respecta a la contaminación química del ambiente, el ozono, por su alto poder oxidante, posee un amplio espectro de acción, siendo capaz de interaccionar, desactivándolos, con aldehídos, cetonas, derivados nitrogenados, derivados del azufre, hidrocarburos, ácidos, etc. Esta interacción, se traduce en una mejora del ambiente a nivel de compuestos que:

- ✚ Son nocivos para la salud
- ✚ Enrarecen el ambiente, provocando una sensación de ausencia de oxígeno.
- ✚ Producen malos olores.
- ✚ Pueden llegar a producir irritaciones, reacciones alérgicas, etc.

De los tres problemas señalados, aquel sobre el que la acción del ozono resulta más patente es el de los malos olores, fácilmente apreciable por las personas a ellos sometidas.

La acción desodorizante del ozono no es debida a un simple efecto de camuflaje del olor, sino que se trata de una verdadera destrucción química de éste, al descomponerse las moléculas que lo provocan. Así, la ozonización se muestra efectiva frente a todo tipo de olores como, por ejemplo, el de tabaco, habiéndose identificado tres tipos de compuestos que contribuyen al olor del mismo: acetaldehído, acroleína y ácido sulfhídrico; sobre estos el ozono ejerce una acción eficaz, de tal manera que aún en presencia de humo se constata la ausencia de olor.

El ozono se revela también como oxidante de otros productos químicos muy tóxicos, como compuestos orgánicos, que oxida parcialmente a compuestos biodegradables. Asimismo el gas oxida cetonas, aldehidos, compuestos alifáticos, hierro, manganeso, sulfuros, sulfitos, fenoles, nitritos, cianuros, etc.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

4.1.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Todo el conjunto del sistema de la torre de lavado de gases con ozono por vía húmeda está fabricado en acero inoxidable AISI 316 L, y consta de:

- ✚ Bastidor, fabricado mediante tubería comercial, formando una estructura soldada provista de sistema de fijación al suelo y anclajes para el resto de los elementos.
- ✚ Deposito inferior de dimensiones aproximadas de 3x1x0,5 m, con soldadura estanca.
- ✚ Conducto de entrada de gases (torre de lavado) de sección cuadrada de 1x1x4 m, con paneles extraíbles para facilitar el acceso al interior. Este conducto posee, en un lateral, una tolva de embocadura para la tubería de entrada de gases. Por la parte superior ingresa en la torre la tubería dotada de toberas que originará en el interior del conducto una columna de agua ozonizada para el lavado de los gases.
- ✚ Bomba de recirculación de agua protegida mediante compartimento de acero inoxidable.
- ✚ Conducto de salida de gases (chimenea de salida) de dimensiones 1x1x4 m, con separadores de gotas en el interior.
- ✚ Protector en parte superior de salida de gases para evitar la entrada de agua de lluvia. El protector cuenta con un tubo de descarga lateral.
- ✚ Tubos separadores entre chimeneas que aumentan la rigidez del conjunto.

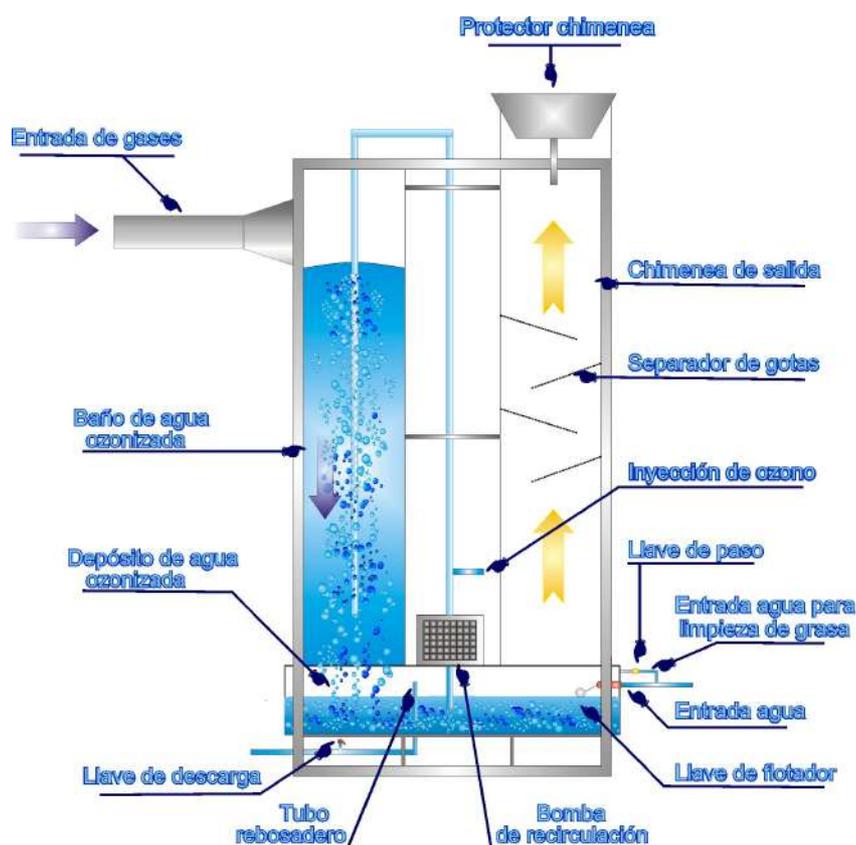
4.2.- CARACTERISTICAS FUNCIONALES.

El sistema funciona siguiendo los principios señalados en la página 3, “Descripción del sistema”. En cuanto al movimiento del agua, esta llega al depósito inferior del sistema a

través de una tubería de entrada con una válvula de flotador, construida en acero inoxidable de 3/4”.

La bomba extrae agua del depósito y la impulsa hacia la parte superior de la torre de lavado.

Un conjunto de toberas de acero inoxidable expulsa agua a presión que bañará el gas que pase por este conducto. El agua expulsada por las toberas cae, por gravedad, al depósito inferior, y reinicia el ciclo.



El ozono es inyectado en el agua a la salida de la bomba mediante un sistema venturi, mientras que los ocasionales excesos de agua en el depósito saldrían por el tubo rebosadero.

Para facilitar la limpieza de las dos torres, los frentes están formados por paneles extraíbles. Asimismo, para la limpieza del depósito, existe una llave de descarga. Las grasas acumuladas en la superficie del agua se limpian accionando la llave de entrada y llenando el depósito por encima del tubo de rebosadero, saliendo por éste todas las grasas que el agua pudiera tener en suspensión.



5 TOXICOLOGÍA

En cuanto a su ficha toxicológica, el ozono está clasificado únicamente como AGENTE IRRITANTE X_i en aire, no estando clasificado como carcinogénico.

- ✚ Esta clasificación como agente irritante se refiere **exclusivamente a sus concentraciones en aire**, es decir, a los problemas derivados de su inhalación, que dependen de la concentración a la cual las personas están expuestas, así como del tiempo de dicha exposición.

La normativa emitida por la OMS recomienda una concentración máxima de ozono en aire, para el público en general, de 0,05 ppm (0,1 mg/m³).

Salvo que se almacene líquido a altas presiones, el ozono es generado *in situ*, no pudiendo existir escapes superiores a la producción programada en los generadores, ya que estos únicamente producen el gas, no lo acumulan. Los valores para producir efectos agudos letales son muy altos, de 15 ppm, concentraciones prácticamente inalcanzables en tratamientos convencionales.

- ✚ Disuelto **en agua, el ozono resulta completamente inocuo**, dado que su acción sobre la materia orgánica provoca su rápida descomposición. Únicamente en el caso de tratamientos a altas presiones podría producirse la liberación de ozono al aire, apareciendo entonces en la superficie de intercambio agua-aire concentraciones que podrían considerarse peligrosas; **pero los tratamientos convencionales no se realizan en estas condiciones**. De hecho, **el ozono se encuentra autorizado como coadyuvante en el tratamiento de aguas potables** según la resolución de 23 de Abril de 1984 del Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE Núm. 111 de 9 de Mayo del mismo año), estando asimismo reconocido como desinfectante en la potabilización de aguas por la norma UNE-EN 1278:1999. En palabras textuales de la norma española:

El ozono se auto-descompone en el agua. Por tanto, a las dosis habitualmente aplicadas, no se requiere generalmente ningún proceso de eliminación. [...]

Asimismo, el real decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, incluye el ozono como *sustancia para el tratamiento del agua*, ya que cumple con la norma UNE-EN correspondiente y en vigencia (incluida en el Anexo II del RD, *normas UNE-EN de sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano*: UNE-EN 1278:1999- Ozono).

Por otra parte, en el *Codex Alimentarius*, el ozono viene definido por tener un uso funcional en alimentos como agente antimicrobiano y desinfectante, tanto del agua destinada a consumo directo, del hielo, o de sustancias de consumo indirecto, como es el caso del agua utilizada en el tratamiento o presentación del pescado, productos agrícolas y otros alimentos perecederos.

A pesar de esta definición y de que desde varios años antes este compuesto se venía considerando como **seguro para alimentos** (GRAS: Generally Recognized as Safe), no fue hasta el año 2001 cuando la FDA (Administración Americana de Alimentos y Drogas), lo **incluyó como agente antimicrobiano de uso alimentario**. Esta autorización permite que el ozono pueda ser utilizado en forma gaseosa o líquida en el tratamiento, almacenaje y procesado de alimentos, incluyendo carne y pollo.





6 NORMATIVA

- ✚ **Real Decreto 865/2003**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- ✚ **NTP 538 del INSHT**, legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones de suministro de agua.
- ✚ **Resolución de 23 de abril de 1984**, de la Subsecretaría, por la que se aprueba la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados para el tratamiento de las aguas potables de consumo público.²
- ✚ **Norma española UNE 400-201-94**, recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire.
- ✚ **Norma española UNE-EN 1278:1999** de productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada a consumo humano: Ozono, transposición de la Norma Europea EN 1278 de Septiembre de 1998.
- ✚ **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- ✚ **Real Decreto 168/1985**, de 6 de febrero, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

² Complemento de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público aprobada por Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio (Boletín Oficial del Estado.)



7 INICIATIVAS EN I+D

Cosemar ozono, en colaboración con diversas instituciones, lleva años realizando tareas de investigación y desarrollo al objeto de definir nuevas aplicaciones del ozono e introducir en el mercado tratamientos mejorados. Estas actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico nos permiten innovar en nuestro campo, obteniendo resultados tangibles que se transforman en soluciones a problemas comunes.

A continuación se detallan los proyectos de I+D llevados a cabo hasta la fecha, todos ellos con resultados muy positivos:

a.- Estudios realizados en colaboración con diferentes universidades

- ✚ **Hospital Clínico San Carlos. Madrid.-** Eficacia desinfectante del agua ozonizada en el lavado de manos y en el enjuague de boca. (1990)
- ✚ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.-** Efecto del ozono sobre la conservación del fresón (*Fragaria ananassa*) (2002)
- ✚ **Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.-** Alargamiento del periodo de conservación del tomate mediante tratamiento con ozono. (2005)
- ✚ **Servicio de Medicina Preventiva del Hospital Clínico San Carlos. Madrid.-** Evaluación de la eficacia de una lavadora- desinfectadora acoplada a un generador de ozono. (2005)
- ✚ **Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. Universidad de Santiago de Compostela.-** Estudio de nuevas tecnologías en la conservación de pescado mediante hielo líquido ozonizado. (2005)

b.- Estudios realizados con laboratorios independientes

- ✚ **Estudio microbiológico en glaseadoras ozonizadas.-** Experiencia realizada en JEALSA RIANXEIRA, en colaboración con las empresas MECALSA (Mecánica alimentaria, S.A.) e INTALSA.

Objetivo: Estudio microbiológico comparativo en una glaseadora clásica para procesamiento de lomos y rodajas de atún con y sin sistema de ozonización en circuito cerrado.



- ✚ **Salas de oreo de industria cárnica.-** Experiencia realizada en CÁRNICAS LLORENTE. Almazán (Soria), en colaboración con las empresas EBA (Estudios Biológicos Ambientales).

Objetivo: Estudio microbiológico comparativo en una industria cárnica con y sin sistema de ozonización de cámaras frigoríficas y salas de despiece.

- ✚ **Desinfección de material de corte.-** Experiencia realizada en Laboratorios Sanz & Vidal (Galicia), en colaboración con INTALSA (Instituto de Tecnología Alimentaria).

Objetivo: Evaluar la eficacia desinfectante de un sistema a base de ozono. A partir de una concentración conocida de microorganismos (Cepa Escherichia coli 25922, Cepa Salmonella paratyphi y Cepa Listeria monocytogenes CECT 4032) se evalúa la reducción de ufc en cuchillos sometidos a una atmósfera saturada con ozono durante 10 minutos.

c.- Estudios en curso (2006)

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.- Carga microbiana existente en la solución nutritiva empleada para el cultivo del fresón (*Fragaria x ananassa*) en invernadero de



plástico rígido, ubicado en la provincia de Huelva en cultivo hidropónico sin sustrato con recirculación completa.

- Centro Tecnológico de la Industria Cárnica de la Rioja.- Estudio de la efectividad de la aplicación de ozono y agua electrolizada neutra en la reducción de *Lysteria monocitogenes* en las instalaciones de la Industria cárnica de La Rioja.

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.- Comportamiento del tomate

(*Lycopersicon esculentum* Mill) durante el tratamiento post-cosecha en atmósferas ozonificadas.

PUBLICACIONES

Desde el Departamento de I+D, a cargo de nuestra Dirección Técnica, se han publicado los siguientes artículos en revistas científicas y técnicas especializadas:

- ✚ Pérez Calvo, M., “El ozono en la higiene alimentaria”, *Frío y Clima*, 44, 13-15. Julio, 2004.
- ✚ Pérez Calvo, M.M., “El ozono en el tratamiento de ambientes interiores”, *Montajes e instalaciones*, 395, 69-73. Junio, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “Estudio microbiológico de la calidad y mejora del aire ambiente en guarderías de la CAM”, *Revista de Salud Ambiental*, SESA, V(1), 37-38. Junio 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M.M., “Desinfección en continuo de conductos de aire acondicionado con ozono”, *Instalaciones y técnicas del confort*”, 170, 56-65. Julio, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “Ozono: la alternativa a los agentes químicos en la desinfección de cámaras frigoríficas”, *Revista de Toxicología (órgano oficial de la Asociación Española de Toxicología)*, 22(2), 109. Septiembre, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “El ozono en la calidad del aire ambiente”, *Gestión de hoteles y restaurantes*”, 68, 24-29. Abril, 2006.
- ✚ Pérez Calvo, M.; Palacios Valencia, A. y Amigo Martín, P., “Estudio de indicadores de la calidad de tomate conservado en atmósfera ozonizada”, *Alimentaria*, 373, 124-129. Mayo, 2006.

Asimismo nuestros colaboradores en las investigaciones anteriormente señaladas, por su parte, tienen publicados numerosos artículos, así como tesis doctorales y tesinas, con los resultados de los experimentos llevados a cabo con el ozono.

