

**I CONGRESO INTERNACIONAL DEL AGUA 2015.  
 TERMALISMO Y CALIDAD DE VIDA  
 CAMPUS DA AUGA,OURENSE,SPAIN**

CO4.6. *Contaminacion de las aguas termales por E.coli y la aplicación del Ozono en su tratamiento.*

**Autor Principal**

D.Jose Antonio Garcia Gomez  
 ORZON Director I+D+i ,Ourense,Spain

**Co-Autor**

Prof. D.Luis Alfonso Rodriguez Lopez.Universidad Sur Vigo  
 Departamento Microbiologia,Ciencias de la Salud,Campus Lagoas,Ourense

**Palabras clave.**Aguas Termales,E.coli,Ozono,Desinfeccion,Calidad y Salud.

**Resumen**

El agua termal puede ser contaminada por microorganismos durante su distribución y almacenamiento.El objetivo del presente trabajo es evaluar la capacidad biocida de un compuesto emergente,Ozono,en la eliminación de la *E.Coli* respetando al máximo las propiedades del Agua Termal.

**Introduccion**

Habitualmente las contaminaciones que se producen en las Aguas Termales suelen ser la mayoría de ellas por *Coliformes*,la *E.Coli*,*Pseudoma Aureginosa*,*Legionella*, virus del tipo *Echo*,*Mycobacterium*,*Hongos*, *Protozoos*,*Parainfluenza*,*Bastomicetos*,etc. Algunos de estos microorganismos encuentran en el agua termal las condiciones favorables para su desarrollo,pudiendo sobrevivir durante un tiempo suficiente para la transmisión de enfermedades que son patógenas y con riesgo para la Salud Pública en general.

La contaminación por *E.coli* en las aguas termales,principalmente debidas a actividades comerciales, fenomenos naturales ocasionales, etc.en el entorno de las surgencias. Una vez que el agua termal sea declarada de utilidad pública se procederá a la protección del manantial mediante un perímetro de seguridad y análisis microbiológicos periódicos para garantizar su calidad. En los establecimientos Balnearios con aguas termales y cuyas aguas sean a la vez minero-medicinales, en caso de contaminación de las mismas por *E.coli*,no deben de aplicarse las Normas que rigen las piscinas públicas y añadirle un desinfectante tradicional,cloro,que por sus características dejan residual químico en el agua,adulterando su olor y composición,*Cloraminas*.

Aspectos desagradables para los usuarios de estos establecimientos, a la vez que se deben de cumplir las Normas Higienico-Sanitarias según Normativa Actual vigente aplicable al agua termal adoptada por cada Comunidad Autónoma.

Las contaminación por *E. coli* suelen ser un riesgo para la Salud Pública y por tanto se suele cerrar el establecimiento o surgencia hasta que desaparezca, adoptando las medidas necesarias para evitar contagios a la población.

### Descripción del problema

El Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de Orense ha evaluado la efectividad del Ozono en la contaminación por *E. coli* de un agua termal, con una composición superior en sales bicarbonatadas y bajos niveles de azufre, como un biocida autorizado por Sanidad para el tratamiento de las aguas de utilidad pública y sin residual químico es su utilización, siendo medioambientalmente respetuoso y cumpliendo las Directrices E.U.

En la búsqueda de tecnologías limpias se utilizaron métodos con Ozono para eliminar la *E. coli* en el agua termal, como alternativa al uso del cloro, método utilizado actualmente. Dichas cepas se ven afectadas por el Ozono.

### Que es el Ozono

Químicamente es una forma alotrópica del oxígeno, formada por tres átomos de este elemento, cuya función más conocida es la de protegernos de la peligrosa radiación ultravioleta del Sol.

También es un potente desinfectante y oxidante con gran variedad de utilidades. La más destacada es la desinfección de las aguas.

Se trata de gas azul pálido e inestable, que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante, perceptible a menudo en las tormentas eléctricas. En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es 13 veces más soluble en agua que el oxígeno. Debido a la inestabilidad del compuesto, este debe de ser producido en el sitio de aplicación mediante generadores de Ozono “*in situ*”.

Actualmente el proceso por descarga en corona es el que mejores rendimientos produce y ahorra energía. Cuando este gas es inyectado en el agua, mediante burbujeo o venturi, puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción: Oxidación directa compuestos mediante ozono molecular (ozonólisis) y oxidación por radicales libres que son los Hidroxilos.

De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de las aguas, los radicales libres Hidroxilo y el Ozono tienen el potencial más alto.

Ello explica la gran eficacia del Ozono como desinfectante y siendo su eficacia probada y siendo capaz de destruir las esporas de *Bacillus Subtilis*, la forma más resistente de microorganismo, su rápida acción en bajas concentraciones y un amplio rango de pH y sin residual químico hacen del Ozono un Biocida que es respetuoso con el Medioambiente. En el año 2001 la (FDA) lo incluyó como agente microbiano de uso Alimentario. Esta autorización es la que permite al Ozono que pueda ser utilizado en el tratamiento y procesamiento de alimentos. Compuesto que es considerado seguro para alimentos (GRASS, 1997)

## Principio Desinfeccion Ozono

Los sistemas de depuración de agua por Ozono se basan, precisamente, en esta alta capacidad de oxidación, mayor que la del Cloro, que elimina de forma muy rápida microorganismos, incluso virus. En medio ácido, solo el fluor y ciertos radicales libres tienen una capacidad de oxidación mayor. La acción bactericida del Ozono se basa principalmente en la rotura de la pared celular de la bacteria *E.coli* ( lisis ) causando daños en los constituyentes del núcleo ( *ADN*, *RNA* ) por ruptura de los enlaces de Carbono-Nitrogeno, despolimerización, no teniendo posibilidades de reproducción, eliminándose completamente al estar expuesta al ozono, en los depósitos de almacenamiento y circuitos del agua, garantizándose la ausencia de la misma en el agua en un menor tiempo de contacto que otros desinfectantes. En general los compuestos orgánicos son oxidados dependiendo de su funcionalización. Así por ej. las *oleofinas* pueden llegar a romperse, los grupos *amina* se oxidan a grupos *nitro* ( destrucción de las cloraminas ), etc. En menor medida, compuestos aromáticos *clorofenoles* son también destruidos por ozonólisis. Otros compuestos inorgánicos contaminantes son también oxidados por efecto del ozono.

Estos mecanismos son propios de una oxidación, de la misma manera que se utilizará el Cloro.

Las diferencias consisten en: mayor capacidad desinfección, alta velocidad de desinfección y estabilidad frente a rangos pH, espectro amplio frente a microorganismos.

Poca agresividad frente a: la piel, mucosas, ojos, etc. no causa malos olores y respeto a las instalaciones.

El Ozono una vez hecha su función bactericida da como productos de las reacciones: oxígeno (  $O_2$  ), agua, óxidos inertes procedentes de las partículas metálicas que se encontrarán en el agua y en pequeñas dosis anhídrico carbónico (  $CO_2$  ) y todos ellos son compuestos mucho más inocuos de los derivados del Cloro.

En 1974 la A.P.H.A (1) y la O.M.S (2) establecieron límites de 1 U.V ( Unidad Viral ) por 37,85 L de agua en piscinas de uso lúdico, recreativo y deportivo.

Se excluye del ámbito de aplicación de la Normativa a las piscinas de uso terapéutico, aguas termales, centros de tratamiento de Hidroterapia y otras dedicadas a uso exclusivo médico, cuyas características son reguladas por sus Normas específicas.

Desinfectantes no clorados para el tratamiento de desinfección en aguas más usuales con efectos Bactericidas.

Foto-Oxidación.

Luz Ultravioleta.

Ozono.

Ion Cobre, Plata.

Dióxido de Titanio.

La utilización de métodos con Ozono para la eliminación de la bacteria *E.coli* en el agua, es alternativo al Cloro, que es el método más usado actualmente.

## Resultados

Los resultados dados en Laboratorio demuestran que una vez aplicado el Ozono en un cultivo de *E.coli* en el agua termal y aplicando dosis de 1 ppm de ozono en continuo, bastan para destruir los microorganismos en el agua en 5 segundos.

Asi como aplicando dosis bajas de Ozono 0,30 mg/l en continuo tardo en eliminar la *E.coli* en 30segundos. Mientras que el cloro necesita 15.000 segundos para la misma concentracion de oxidante ( 1 gr/m<sup>3</sup> ).

La eliminacion de la *E.coli* mediante el Ozono registro en los controles microbiologicos posteriores una relacion directa entre incremento de concentracion bacteriana y tiempo de generacion del Ozono.

Los parametros del agua termal no sufrieron cambios significativos,pues al ser expuesta el agua a un tiempo de reaccion de oxidacion tan breve, y debido a la temperatura del agua termal y pH,la vida media del Ozono de aprox.2 minutos,fue suficiente para la eliminacion del microorganismo sin alterar las peculiaridades del agua termal.

La calidad del agua termal no debe de alterarse mediante desinfectantes que dejen residual quimico en su accion y menos si persisten en el tiempo,*Cloro y derivados*.

### Conclusiones

A la hora de evaluar el Ozono y su aplicacion,se probaron diferentes dosis,tiempos,temperaturas,pH,etc con un generador de Ozono con registro ORZON U 201300687 y publicado en el B.O.P.I con fecha del 25/2/2014.Patente Española. Cumpliendo todas las especificaciones tecnicas y Normas C.E Se evaluo ser un biocida respetuoso con el medioambiente,pues libera oxigeno es su proceso,siendo un agente limpio y emergente en el tratamiento del agua,cumpliendo con la Directiva Europea U.E ( 3 ).

La aplicacion del Ozono en el agua termal,garantiza una calidad Microbiologica de la misma alta y libre de patogenos para la Salud Publica.

Conviene destacar que por las propiedades de algunas aguas termales, el tratamiento de desinfeccion de las mismas esta prohibido por Ley.

Tratamos de reflejar y utilizar los los compuestos menos agresivos y disponibles en el mercado para eliminar ciertas contaminaciones de las aguas termales,siendo el Ozono uno de los mas firmes candidatos para su utilizacion.

Tambien cabe reseñar la falta de una Norma Comun a nivel Europeo y una standarizacion de los mecanismos para el control y seguimiento de las aguas termales y minero-medicinales.

### Acronimos

1. A.P.H.A American Public Health Association. Washington.
2. O.M.S Organizacion Mundial de Salud.
3. Directiva.E.U 200/60/C.E

### Normativa Española Regulacion Uso del Ozono.

R.D 168/1985

UNE-EN 1278/1999

R.D 140/2003

R.D 865/2003

NTP 538 del INSHT

## **Bibliografía**

Inactivacion de Bacterias, ( Reiff,1992 )

GRASS, ( Generally Recognized and Safe,1997 ),USA.  
Compuesto considerado como seguro para alimentos,Ozono

FDA, ( Administracion Americana de Alimentos y Drogas,2001 )  
USA. Ozono autorizado para tratamiento,procesado y almacenaje  
de alimentos.

Benito Oliver-Rodes Clapes. “ Control de Calidad de las  
Aguas Minero-Medicinales “.

Armijo Valenzuela,J.San Martin Bacaicoa,J.( 1994 ) “ Curas  
Balnearias y Climatologia “

Josefina San Martin Bacaicoa,Catedratica Hidrologia Medica,  
UCM, “ Piscinas de tratamiento:Higiene y Control “

Romero Martin,M.( 1987 ) “ Microorganismos de las aguas y en  
particular de las mineromedicinales “.

San Jose Rodriguez,J.C. ( 1987 ) “ La depuracion de las piscinas  
termales “. I Coloquio Hispano-Portugues de Termalismo.Verin-  
Chaves.

Besançon,F ( 1984 ) “ Hygiene des piscines Termales “.

Anton Goma i Hugué,Servicio de actividad fisica,UAB,  
Bellaterra,2001. “ Uso Ozono piscinas UAB “

Geomecanica y Aguas S.A ( 1995 ) “ Las aguas minerales de  
Galicia “. Direccion Xeral de Industria.Xunta de Galicia.