



## RADIACIÓN UV PARA ELIMINACIÓN DE PATÓGENOS EN EL AGUA

**Miguel Ángel Xolalpa Mancera**

*Instituto Politécnico Nacional*

*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán*

**Raquel Álvarez Rogel**

*Instituto Politécnico Nacional*

*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán*

*ralvarezro@ipn.mx*

**Rosa Isabel Hernández Gómez**

*Instituto Politécnico Nacional*

*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán*

*rosy\_40@hotmail.com*

### Abstract

*The elimination of pathogens from water is of great importance because it has therefore an increase in stomach diseases, infections, among others. To carry out this process, a hydraulic system will be made that sucks contaminated water and then circulates it through a system of sand filters. Artificial wetland and activated carbon, finally enters a UV radiation filter. At the end of the process, water 99.9% clean of pathogens will be obtained, with a better quality through agitation oxygenation.*

*Palabras clave: Radiación, rayos, ultravioleta*

La contaminación del agua es causada por las actividades humanas como resultado de la descarga directa o indirecta de desechos líquidos y sólidos al agua.

Es un fenómeno ambiental importante que sea convertido en un problema generalizado desde los primeros intentos de industrialización a partir de la Revolución Industrial a principios del siglo XIX.

La agricultura y domesticación de algunos animales como indicadores de desarrollo humano, pero para algunos investigadores

consideran que estos factores marcaron la destrucción de las comunidades: la erosión de los suelos, la extinción inducida de algunas especies y en último término permitieron la explosión demográfica como se puede ver en la figura 1.

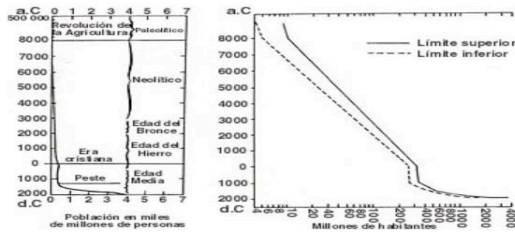


Figura 1 Crecimiento de la población mundial desde la invención de la agricultura, hace 10000 años (Modificado de Alba,1984), evolución de la población desde el Paleolítica hasta el presente, según Ehrlich y Ehrlich (19709. Fuente (Carlos,2002)

A consecuencia del aumento de contaminación en el agua debido al crecimiento de la urbe es necesario un sistema de limpieza para un mejor aprovechamiento de este líquido vital que no es apto para el consumo y así evitar el desperdicio del agua que si cuenta con las características necesarias para ser bebible.

Teniendo en cuenta que la oxigenación del agua es importante para la sobrevivencia de las especies acuáticas y así mantener un ecosistema en equilibrio.

De la misma problemática se tiene una consecuencia más que es el mal olor en la zona donde se encuentra el agua con alta contaminación.

### ¿Qué es la radiación UV?

La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación no ionizante que es emitida por el sol y fuentes artificiales.

Los rayos UV del sol pueden llegar a una persona de tres maneras: directamente desde el sol, dispersados desde el cielo abierto y reflejados por el entorno. El nivel de radiación depende de una serie de factores:

- Hora del día (es mayor radiación entre las 10 y 16 horas).
- Estación del año.
- Latitud
- Altitud.
- Nubosidad.

- Reflexión de las superficies.  
Ver figura 2

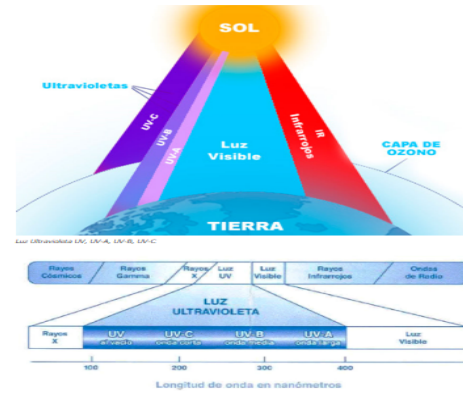


Figura 2 Radiación ultravioleta. Recuperada de <https://portalredsalud.cl/2020/04/13/desinfeccion-sin-residuos-quimicos-luz-ultravioleta-germicida-uv/>

### ¿De qué se compone una lámpara de radiación UV?

El dispositivo trabaja a media presión y con alto voltaje. También está equipado con reflectores los cuales permiten concentrar el rayo de luz.

Las lámparas se componen de 3 elementos principales:

1. Gas de mercurio y argón.
2. Envoltorio de cuarzo.
3. Electrodo de tungsteno.

Ver figura 3

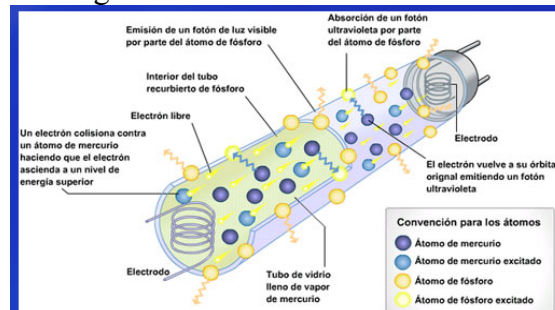


Figura 3 Elementos que componen un lámpara ultravioleta germicida. Recuperada de <https://luzgermicida.cl/luz-ultravioleta-germicida/>

### Proceso de la lámpara para generar la radiación UV

Las lámparas UV de media presión constan de un bulbo o tubo de cristal de cuarzo relleno de gas, con dos electrodos en el extremo, que al suministrarle electricidad forman un arco eléctrico entre ellos, calentando y subiendo la

presión de dicho gas y así produciendo la emisión de luz UV.

### Niveles de radiación UV permisibles

Según los expertos en seguridad contra la radiación, la exposición a radiaciones de 5 – 10 rems (5,000 – 10,000 milirrems o 50 – 100 milisieverts) normalmente no produce efectos perjudiciales para la salud, porque la radiación inferior a estos niveles es un factor secundario para el riesgo general de cáncer.

### Limpieza de agua por radiación UV

El tratamiento UV del agua es un método común de lucha contra los microorganismos en los sistemas de tratamiento de agua. Este procedimiento trata sólo las bacterias que pasan a través de la bombilla UV y debe considerarse como un guardián. Este procedimiento no ofrece protección a largo plazo.

#### Proceso:

- El agua infectada se irradia con luz ultravioleta con una longitud de onda de 254 nm.
- Los rayos UV penetran en la pared celular y dañan la información genética de las bacterias y los virus, alterando sus sistemas de reproducción.

En la figura 4 se muestra cómo funciona una lámpara de rayos UV y su

efecto en la eliminación de bacterias, virus mediante la radiación ultravioleta germicida.

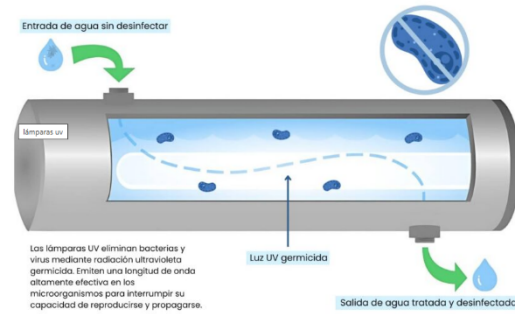


Figura 4 Lámpara de rayos ultravioleta para el tratamiento de aguas doméstica e industriales. Recuperado de <https://filtrashop.com/lamparas-uv-que-son-y-como-funcionan/>

#### Ventajas:

- Eficaz contra las bacterias libres que flotan en el agua
- No afecta al olor ni al sabor del agua.
- No es sensible al pH del agua
- No se utilizan productos químicos.

#### Desventajas:

- No existen efectos a largo plazo sobre las bacterias, etc.
- La bombilla UV es muy sensible a las partículas y a las incrustaciones en el agua. Además, es necesario añadir ácido para evitar la precipitación de incrustaciones.
- El sistema de radiación ultravioleta a menudo incluye un filtro de carbón activado para eliminar metales y partículas.
- Coste medio del ciclo de vida

### Aplicación

Para saturar un caudal de 460 litros/hora se utilizará una lámpara Gugo wáter con las siguientes especificaciones:

- Cuerpo de acero inoxidable.
- Un foco de emisión UV con una potencia de 6W
- Manga de cuarzo que recubre el foco
- El balastro, que une al foco con la corriente eléctrica su potencia es de 6W, incluye botón led indicador.

Como se puede ver en la figura 5



Figura 5 Lámpara marca Gugo water. Fuente Mercado libre

Para determinar la cantidad de agua que las lámparas UV nos pueden dar en un día de trabajo se hará el siguiente cálculo.

$$\frac{460 \text{ litros}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{1 \text{ ciclo}} \times \frac{6 \text{ ciclos}}{1 \text{ Dia}} = 2760 \text{ litros}$$

por día de agua purificada con eliminación del 99% de patógenos.

La posición de las lámparas UV en sistema de purificación de agua se muestra en la figura 6

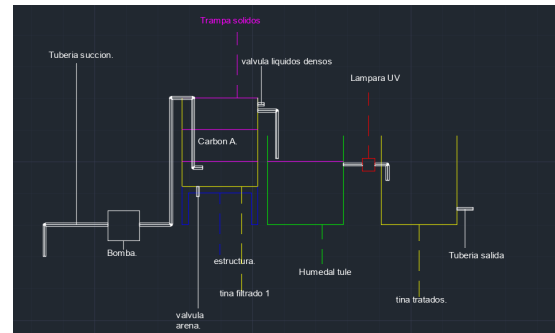


Figura 6 Distribución grafica de la posición de las lámparas UV en sistema de tratamientos de agua. Fuente propia AutoCAD 2020

## Conclusiones

Un problema grave son las aguas residuales como las que reciben en el estado de Hidalgo desde la ciudad de México y el estado de México, entran por Atotonilco de Tula, desembocan en las presas Endhó, Requena, Vicente Aguirre y Rojo Gómez para continuar por los ríos Tula y Moctezuma. Tan solo la presa Endhó almacena hasta 182 millones de metros cubios de agua.

Estas aguas contienen hidrocarburos como gasolina, aceite, diésel, químicos altamente contaminantes como cianuro, plomo, iridio, plaguicidas, herbicida y patógenos.

Con ellas se riegan 62 mil 200 hectáreas de cultivo de 46 mil 511 productores de valle del mezquital de los municipios de Actopan, San salvador, El Arenal, Ixmiquilpan; Santiago de Anaya, Progreso de Obregón, Chilcuautla, Mixquiahuala, Francisco I. Madero; Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, El Cardonal, Alfajayucan, Taquillo, Ajacuba y Tetepango, quienes siembran maíz,





alfalfa, avena, cebada, brócoli, cilantro, haba, trigo, chile, coliflor, frijol y jitomate.

Estos productos generan problemas de salud entre quienes lo consumen (Cruz, 2022)

Por esta razón la radiación ultravioleta UV utilizada es una buena alternativa para eliminar patógenos que las hortalizas portan cuando se riegan con aguas residuales sumado a la oxigenación de obtenida por el choque de partículas de agua se tiene una mejor calidad del agua para el aprovechamiento en el área agrícola, teniendo como consecuencia la prevención de enfermedades al momento del consumo de productos cultivados en la zona agrícola.

### Referencias

Andrés Miguel Alicia, Prieto de Castro Carlos, Usera Mena, Fernando, Informe sobre la utilización de la radiación

<https://filtrashop.com/lamparas-uv-que-son-y-como-funcionan/><https://filtrashop.com/lamparas-uv-que-son-y-como-funcionan/>

Desinfección UV. (SF). *Lámpara ultravioleta germicida*. <https://luzgermicida.cl/luz-ultravioleta-germicida/>

Estrada, C. (2020). Daño ambiental en Hidalgo, un problema sin atender.

<https://movimientoantorchista.org.mx/dano-ambiental-en-hidalgo-un-problema-sin-atender>

Portal red salud. (2020). *Desinfección sin residuos químicos – Luz Ultravioleta Germicida UVC*.

<https://portalredsalud.cl/2020/04/13/desinfeccion-sin-residuos-quimicos-luz-ultravioleta-germicida-uvc/>

H. B. Wright y W. L. Cairns, Luz ultravioleta, Trojan Technologies Inc., London, pag.6-8.