

# Desinfección eficiente por luz UV

# D

iferentes tecnologías para la producción de Luz UV germicidas son muy diferentes en su eficiencia energética. Hoy en día existen básicamente dos tecnologías para la generación de Luz Ultravioleta germicida, en este artículo revisaremos sus principios de generación y su requerimiento energético.

Es por todos conocidos que la Luz UV-C posee un enorme poder germicida, siendo capaz de eliminar, por su sola exposición, todo tipo de microorganismos, bacterias, hongos y virus. Por esta razón, esta es la única tecnología utilizada en la actualidad para la desinfección de agua en la Industria del salmón. Y, dentro de la tecnología UV, son sólo dos los tipos de lámparas actualmente en uso para la generación de luz UV: de baja presión y su variación de alta Intensidad (amalgama) y la lámpara de media presión.

## Fuentes de luz UV

La luz ultravioleta es la porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos X y la luz visible (Figura 1). Se han definido cuatro regiones del espectro UV: UV vacío entre 100 y 200nm (nanómetros), UVC entre 200 y 280nm, UVB entre 280 y 315nm, y UVA entre 315 y 400nm. La aplicación práctica de la desinfección UV se basa en la capacidad germicida de la UVC.

Es así como la Luz UV generada entre los 200 y los 280 nanómetros aprox. posee una eficiencia relativa superior al 60%, siendo el óptimo una

frecuencia de 265 nm, mientras que las frecuencias superiores a 320 nm. casi no poseen ningún efecto germicida medible.

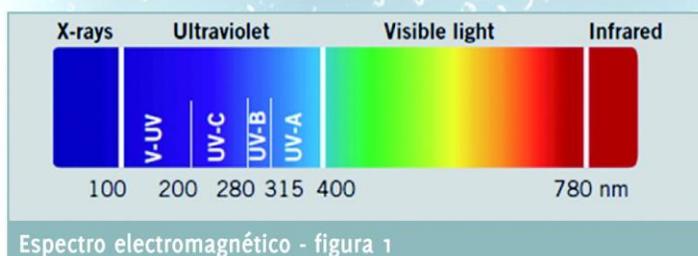
## Las lámparas UV de baja presión

Las lámparas de baja presión están diseñadas para operar a su óptima eficiencia con una temperatura de 40°C en la pared de lámpara y una potencia de arco eléctrico cercana a 0.3 W/cm (Phillips, 1983). Bajo estas condiciones, la presión del vapor de mercurio dentro de la lámpara es de 0.9 Pascales y la mayor parte del mercurio dentro de la

lámpara se encuentra en estado líquido. La construcción, llenado y operación de una lámpara de baja presión se eligen de manera tal que se maximice la conversión de energía eléctrica a radiación UVC a 254 nm.

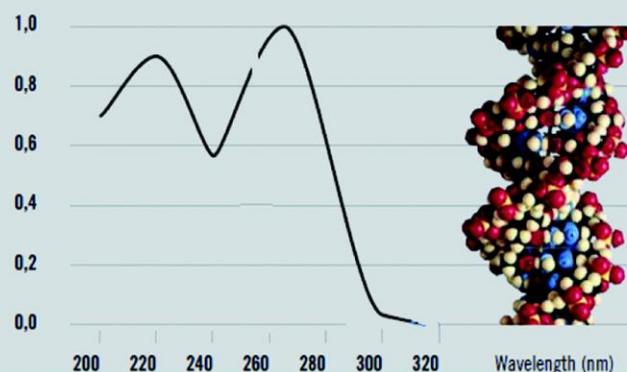
Así, un 40% de la energía entregada a una lámpara UV de baja presión se convierte en luz UVC, incluidas las pérdidas del balasto. (O'Brian et al., 1995).

Una variación de esta tecnología, que permite obtener una mayor potencia UV, es la lámpara de baja presión y alta intensidad (de amalgama) que tiene una eficiencia del 35%.



## Efectividad germicida del espectro UV

### Desactivación de bacteria E.Coli por acción de la UVC



## Lámparas UV de Media Presión

Las lámparas de arco de mercurio de media presión, usadas en la desinfección de agua, varían en longitud de 25 a 70 cm y tienen un diámetro de cerca de 2.2 cm. Durante la fabricación de la lámpara, se le introduce una masa medida de mercurio (1,4 a 15 mg Hg/cm de longitud del arco). Las lámparas están diseñadas para operar a una potencia

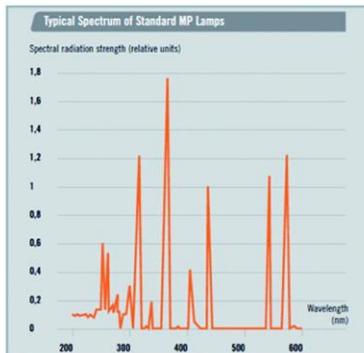


Figura 4  
Salida espectral de lámparas de arco de mercurio de media presión

de arco eléctrico relativamente alta, de 48 a 126 watts/cm (Phillips, 1983). De igual manera, la temperatura de pared de la lámpara se encuentra entre 650 y 850 °C y todo el mercurio dentro de la lámpara se vaporiza a una presión de

vapor cercana a 13 kPa. Debido a la alta temperatura del plasma dentro de la lámpara de media presión, el mercurio vaporizado se encuentra en varios estados de excitación. El paso de estos niveles de excitación a un nivel de energía menor da como resultado la liberación de luz con diferentes longitudes de onda. En consecuencia, la salida espectral de una lámpara de mediana presión consiste de numerosos picos con un continuo de UV por debajo de 245 nm. (ver figura 4).

El resto de la energía produce otras frecuencias de luz, desde el UV vacío, luz visible y frecuencias infrarrojas, que se traduce en una enorme emisión de calor, de ahí su alta Tc de funcionamiento.

En la actualidad, las lámparas de media presión han mejorado de manera importante su eficiencia, llegando éstas a convertir entre el 15 y el 16% de la energía entregada en UVC germicida.

## Comparación entre Lámparas UV de Baja Presión versus Lámparas UV de Media Presión

De esta manera tenemos que las lámparas UV de baja presión y baja presión de amalgama producen entre un 35 al 40% de la energía en luz UVC mientras que las de media presión lo hacen sólo en un 15 ó 16%, por lo que son, a lo menos, el doble de eficientes que las lámparas de media presión en la producción de luz UV germicida. De acuerdo con el Sr. Volker Adam, de la empresa Heraeus-Noblelight de Alemania, las lámparas de baja presión son 2,5 veces o más eficientes que las de media presión.

La principal ventaja que poseen las lámparas de media presión es una mayor potencia UV por lámpara. En consecuencia, los sistemas UV de media presión tienen menos lámparas, ocupan menos espacio y requieren menos mantenimiento. De igual forma, debido al menor número de lámparas, los sistemas UV de media presión

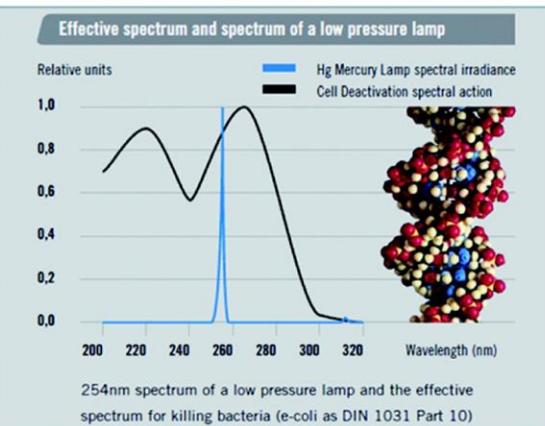
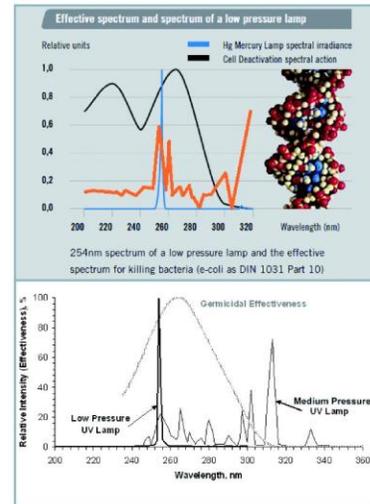


Figura 3  
Salida espectral de lámparas de arco de mercurio de baja presión, nótese que casi toda la energía se utiliza en la producción de luz UV de 254 nm, es decir, solo energía germicida.

pueden incorporar, en forma económica, sistemas automáticos de limpieza para remover la suciedad que se acumula en las lámparas durante la desinfección de agua, con lo que se reduce la mano de obra asociada con el mantenimiento de las lámparas. La decisión de escoger el sistema apropiado para una aplicación específica, ya sea un sistema de baja presión, uno de media presión, dependerá de la aplicación específica.

Una ventaja adicional de las lámparas UV de media presión, es la presencia de una serie de frecuencias que si bien no son germicidas, como la UVB y UVA. Si poseen un efecto positivo al destruir además otros componentes de las células, como ciertas enzimas encargadas de reparar el ADN y las paredes de las células, lo que contribuye al daño provocado y dificultar su reparación. Sin embargo este efecto, no tiene ninguna utilidad en relación a los virus, ya que éstos sólo poseen estructuras exteriores muy resistentes y un interior que contiene exclusivamente el ADN o el ARN.

## Conclusión

Para comparar adecuadamente el efecto germicida real de un equipo diseñado con lámparas UV de baja presión versus un equipo UV diseñado con lámparas UV de media presión, se debe cumplir que el equipo de media presión debe tener a lo menos 2.2 veces la potencia eléctrica de un equipo de baja presión. Sólo así existirá equivalencia germicida entre ambos. Por otro lado, para calcular correctamente los costos de mantención, se debe considerar la vida útil de las lámparas y el costo unitario de ellas.