SYNERTECH
Water Technologies

Protocolo para acabar con la transmisión del Coronavirus (COVID-19)

NORMATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE DESINFECCIÓN EN AIRE Y SUPERFICIE IRRADIAN CON LUZ ULTRAVIOLETA GERMICIDA UV-C 254 NM PARA EL CONTROL EN LA TRANSMISIÓN DEL CORONAVIRUS (**COVID-19**)

USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Partner of the Stop TB Partnership

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción 3
Sistemas de Desinfección Uv Synertech.....5
Definiciones.....10
Características.....12
Seguridad.....13

SISTEMAS DE DISPOSITIVOS UV-C 15
Dispositivo..... 17
Ventilación..... 18
Degradación de plantas y materiales..... 18

Desarrollar un plan de MANTENIMIENTO.....18
Elementos de un plan escrito.....19
Tareas principales para mantener los dispositivos UV-C de planta alta ..... .21

SUPERVISIÓN 21
Medida de seguridad 21
Medidor manual (UV-C) - (Radiómetro) para supervisión..... 22

PASOS DE LIMPIEZA.....23

LIMPIEZA DE LÁMPARA Y DISPOSITIVO.....27

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

INTRODUCCIÓN

Reducción del riesgo

La transmisión del Coronavirus (Covid-19) se produce con mayor frecuencia en entornos atestados donde las personas con COVID-19 insospechada, no diagnosticada o tratada inadecuadamente, resistente a medicamentos, vienen para recibir servicios y se desplazan por espacios interiores abarrotados. El riesgo de transmisión del COVID-19 es particularmente alto en los Establecimientos de Salud donde las personas pasan períodos largos en áreas de espera y comparten el aire con otras personas que solicitan atención médica. Los aerosoles infecciosos de *Orthocoronavirinae* (comúnmente conocidos como **coronavirus**), generados por personas con COVID-19 insospechada o tratada inadecuadamente, pueden permanecer suspendidos en el aire durante horas. Se puede implementar un paquete de estrategias de prevención y control en un plan integral de control de transmisión del COVID-19. La jerarquía de los controles incluye medidas administrativas, ambientales y de protección respiratoria.

Los controles administrativos **o controles de prácticas laborales** deben implementarse como una prioridad, porque se ha demostrado que reducen la transmisión del COVID-19 en los Establecimientos de Salud. Dichos controles son una parte vital de las prácticas adecuadas de control de infecciones, en las que es necesario que se identifiquen, separen y traten con rapidez las personas con síntomas del COVID-19. Se requiere de un diseño racional, construcción o renovación, y uso de edificios para la separación física de pacientes con COVID-19 o de personas de las que se sospecha que padecen COVID-19.
Los controles ambientales incluyen métodos para reducir la concentración de aerosoles respiratorios infecciosos, es decir, núcleos de gotitas en el aire, y métodos para controlar la dirección del aire infeccioso. La elección de los controles ambientales se relaciona estrechamente con el diseño, la construcción, la renovación y el uso de edificios, que a su vez deben adaptarse a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales. Los controles ambientales incluyen lo siguiente: ventilación (natural, mecánica y de modo mixto) para diluir las concentraciones de organismos y expulsarlos al exterior, filtración para capturar partículas infecciosas y los *sistemas de Luz ultravioleta germicida (UV-C) con mezcla de aire, conocidos con anterioridad como irradiación germicida ultravioleta (UV-C),* que inactivan estos organismos aéreos cuando pasan a través de la planta alta irradiada de los espacios ocupados y el aire desinfectado regresa a la zona ocupada. (UV-C) complementa la ventilación de edificios, tanto mecánica como natural, pero también puede ser el medio principal de desinfección del aire donde la ventilación mecánica está ausente o funciona mal, y la ventilación natural es limitada.

El equipo de protección personal (EPP), respiradores para partículas, se deben utilizar junto con los controles administrativos y ambientales en situaciones donde existe un mayor riesgo de transmisión.

Existen componentes administrativos para los controles de equipos de protección ambiental y personal.

Propósito del sistema de mezcla de aire *(UV-C)* de planta superior

En muchos entornos de alto riesgo no hay ventilación o no es adecuada para diluir, eliminar o irradiar aerosoles de *COVID-19* infecciosos en áreas ocupadas y abarrotadas. Se ha demostrado mediante estudios recientes (Mphaphlele et al., 2015, Escombe et al., 2009) que el riesgo se puede reducir en al menos un 80 % para los sistemas de mezcla de aire de planta alta bien diseñados y con buen mantenimiento. Para obtener el valor total de la inversión en

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

este control ambiental, la instalación adecuada, la habilitación antes del uso y el mantenimiento regular para que el sistema siga en funcionamiento según lo diseñado son aspectos fundamentales para la sostenibilidad.

En este documento, se suponen los siguientes aspectos relacionados con el comité de IPC o alguna otra entidad dentro de un centro:

1) Comenzó el proceso de habilitación mediante una evaluación del edificio con un profesional calificado en control de infecciones que tiene conocimientos sobre tecnología (UV-C) para determinar las áreas donde se necesita (UV-C) de planta superior como complemento de la ventilación disponible (mecánica, natural o híbrida).
2) Las preguntas sobre la potencia eléctrica disponible y la capacidad en el sistema eléctrico se abordaron positivamente para garantizar el funcionamiento continuo durante interrupciones.
3) Se desarrolló un plan en el que se muestra dónde se instalarán los dispositivos (UV-C) de planta superior.
4) Tras la instalación del sistema (UV-C) de planta superior, se siguió el proceso de habilitación para garantizar que los dispositivos (UV-C) se instalen y se encuentren operando de acuerdo con las especificaciones del fabricante, así como para la seguridad del ocupante y el resultado requerido de la planta superior.

Los resultados de esta evaluación de desempeño en el proceso habilitación o puesta en marcha se documentan en un informe que incluye los siguientes aspectos:

1) El plan de mantenimiento y presupuesto.
2) Diseño original del sistema e instrucciones de instalación según los manuales de fabricantes para los diversos modelos de dispositivos (UV-C) instalados y otras especificaciones con criterios de diseño.
3) Una versión "conforme a obra" de 2) documentación de dónde se colocó y verificó cada dispositivo (UV-C) de planta superior después de la instalación.
4) Lecturas iniciales del resultado después de 100 h de operación.
5) Medidas de seguridad en la zona ocupada para cada dispositivo con notas sobre cualquier ajuste necesario.
6) Información de contacto para el fabricante y consultor (UV-C) para un seguimiento futuro. Si esta información no está disponible actualmente o si se encuentra en las etapas de planificación de un diseño de sistema (UV-C), este manual de mantenimiento ayudará a compilar la documentación de las condiciones conformes a obra establecidas para el mantenimiento constante y la continuidad de la memoria institucional.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Enfoque del manual de mantenimiento

El objetivo de este manual es describir lo que es necesario para mantener de manera sostenible un sistema UV-C de planta superior. El mantenimiento se define como las acciones necesarias para retener o restaurar un equipo, máquina o sistema a la condición operativa especificada a fin de lograr su máximo rendimiento útil. Además, incluye el mantenimiento correctivo (reactivo) y el mantenimiento preventivo. El mantenimiento

reactivo abarca la acción inmediata necesaria para solucionar una falla del sistema, por ejemplo, una luz se quema y se debe reemplazar; o la luz parpadea y se necesita una balastra nueva, y en respuesta a informes sobre la posible sobreexposición de las personas en la zona ocupada. El mantenimiento preventivo es una revisión sistemática y programada del equipo con limpieza y reemplazo regulares de las piezas al final de la vida útil, y medición del resultado y funcionamiento seguro.

En este manual se analizará cómo desarrollar un plan de mantenimiento, cómo debe implementarse y quién debe ser responsable de asegurar que el plan se mantenga. Esta información se proporciona para el uso de compañías de servicios, grupos gubernamentales/de supervisión para la verificación y atención médica (tanto en hospitales como en la comunidad), fabricantes o personal de mantenimiento y personal médico interno de centros penitenciarios.

SISTEMAS DE DESINFECCIÓN UV

Synertech ha desarrollado toda una línea de equipos para la desinfección y esterilización de áreas, aire y superficie, con riesgos biológicos categorizados como:

a-) Baja y mediana Complejidad
b-) Alta complejidad biológica

Nuestros equipos de desinfección bajo referencias Irradin marca registrada de Synertech se dividen en dos grandes grupos

a-) Radiación directa
b-) Radiación indirecta

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

RADIACION DIRECTA

Estos equipos han sido diseñados para implementarse en todo tipo de áreas, para la esterilización de aire y superficies con la implementación bajo la normativa que impide la presencia de personas en el momento de realizarse el procedimiento de radiación ultravioleta, se recomienda implementación de horarios programados por horas de trabajo y/o tiempo en el que los lugares a desinfectar no se encuentren ocupados por ningún tipo de personas.
Así mismo estos equipos manejan dos referencias diferentes en lámparas germicidas ultravioleta:

a-) Lámparas germicidas de onda corta de 254 nm libres de ozono en las siguientes referencias:

1-) 15 vatios - 1200 lummens
2-) 30 vatios – 2400 lummens
3-) 75 vatios – 6000 lummens

b-) lámparas germicidas de onda corta de 180 nm con generación de ozono en las siguientes referencias
1-) 15 vatios - 1200 lummens
2-) 30 vatios – 2400 lummens
3-) 75 vatios – 6000 lummens

ADVERTENCIA!!
Aclarado anteriormente y com suficiência la radiación ultravioleta no puede ser implementada de manera directa sobre las personas, salvo uma excepción: Solamente se permite utilizar sobre personal devidamente protegido com traje y recubrimiento de áreas expuestas como rostro y manos, en las situaciones que se necesite esterilizar los trajes de conteccion biológica utilizados por personal medico

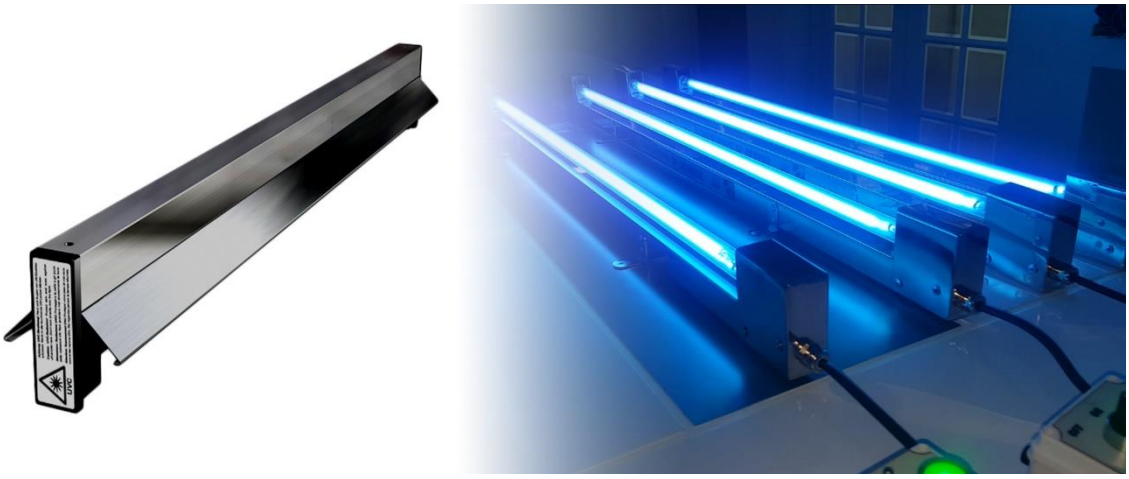
Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

En el segmento de **radiación directa** encontramos las siguientes referencias:

Titan medical Room: Implementada en áreas clínicas

Titan Room Estacionaria: Implementada en Hospitales

Titan Room Direccional: Implementada en Desinfección de Superficies



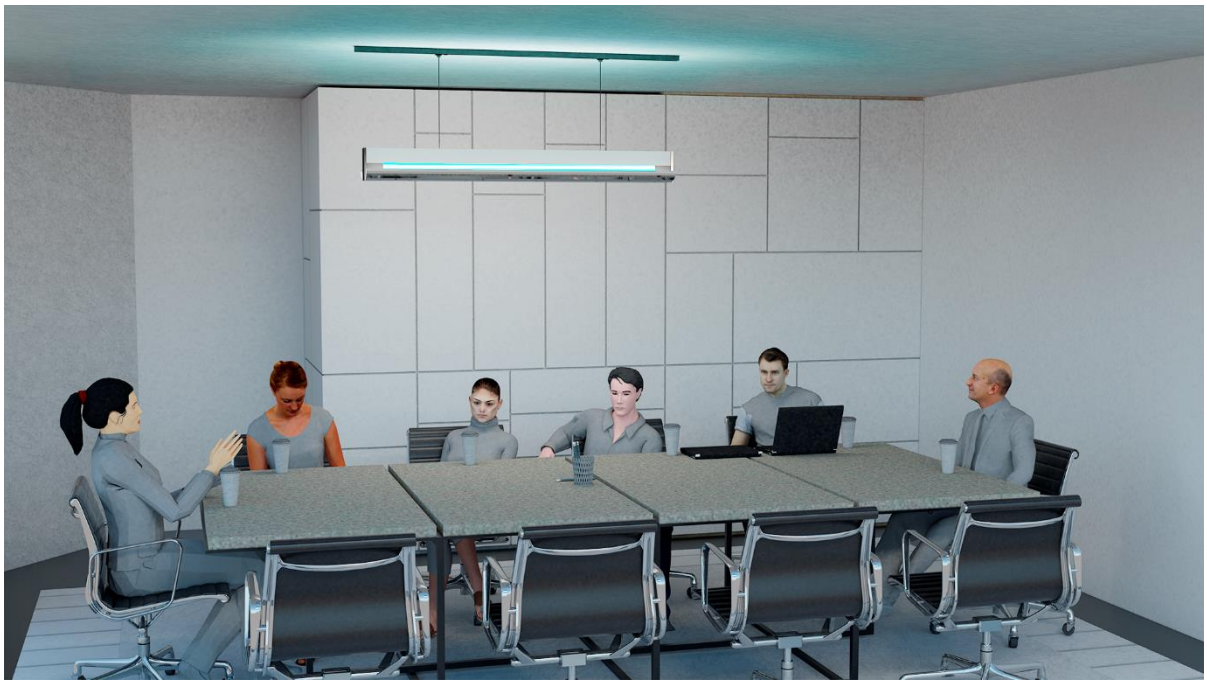
Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

CAPACIDAD DE RADIACION DE LAS LAMPARAS ULTRAVIOLETA

Por la característica de emisión lumínica de las lámparas uv-c de onda corta a continuación referenciamos el área efectiva de radiación según cada tamaño de nuestras lámparas donde garantizaría un 99% de eficacia en esterilización

15 VATIOS (W) 1200 Lummens	30 VATIOS (W) 2400 Lummens	75 VATIOS (W) 6000 Lummens
8 M^2	16 M^2	28 M^2

RADIACION INDIRECTA



Estos equipos han sido diseñados para implementarse en todo tipo de áreas, para la esterilización de aire y superficies con la implementación bajo la normativa que permite la presencia de personas en el momento de realizarse el procedimiento de radiación ultravioleta, permiten un trabajo continuo 24 horas garantizando una atmosfera con total desinfección en el caso de las unidades libres de ozono; cuando se implementan las lámparas de 180 nm con generación de ozono se recomienda un uso intermitente programado de 10 minutos con espacios de 30 minutos entre cada uno.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Así mismo estos equipos manejan dos referencias diferentes en lámparas germicidas ultravioleta:

a-) Lámparas germicidas de onda corta de 254 nm libres de ozono en las siguientes referencias:

1-) 15 vatios - 1200 lummens
2-) 30 vatios – 2400 lummens
3-) 75 vatios – 6000 lummens

b-) lámparas germicidas de onda corta de 180 nm con generación de ozono en las siguientes referencias

1-) 15 vatios - 1200 lummens
2-) 30 vatios – 2400 lummens
3-) 75 vatios – 6000 lummens

En el segmento de radiación indirecta encontramos las siguientes referencias:

***Titan Room Space*:** Implementada en áreas de Cocina

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Desinfección de Aire Uv-Air-Plus: Implementada en superficies secado de aire

CAPACIDAD DE RADIACION DE LAS LAMPARAS ULTRAVIOLETA

Por la característica de emisión lumínica de las lámparas uv-c de onda corta a continuación referenciamos el área efectiva de radiación según cada tamaño de nuestras lámparas donde garantizaría un 99% de eficacia en esterilización

15 VATIOS (W) 1200 Lummens	30 VATIOS (W) 2400 Lummens	75 VATIOS (W) 6000 Lummens
8 M^2	16 M^2	28 M^2

DEFINICIONES

Los controles administrativos (o controles de prácticas laborales) deben implementarse como una prioridad porque se ha demostrado que reducen la transmisión del COVID-19 en los Establecimientos de Salud. Dichos controles son una parte vital de las prácticas adecuadas de control de infecciones, en las que es necesario que se identifiquen, separen y traten con rapidez las personas con síntomas del COVID-19. Medidas gerenciales que reducen el riesgo de exposición a personas que pueden tener COVID-19. Dentro de los ejemplos se incluye la coordinación de esfuerzos con el departamento de salud local o estatal; la realización de una evaluación de riesgo de COVID-19 para el entorno; el desarrollo e implementación de un plan escrito de control del COVID-19 para garantizar la detección inmediata, el aislamiento de infecciones aerotransportadas (AII) y el tratamiento de personas con coronavirus o confirmada, y la examinación y evaluación de los trabajadores de la salud que corren el riesgo de padecer de dicha enfermedad o que podrían estar expuestos a *Coronavirus*

Proceso de habilitación o puesta en marcha: Un proceso centrado en la calidad para mejorar la entrega de un proyecto. El proceso se centra en verificar y documentar que la instalación y todos sus sistemas y ensamblajes se planifiquen, diseñen, instalen, prueben,

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

operen y mantengan para cumplir con los requisitos del proyecto del propietario. (Consultar los requisitos del proyecto del propietario).

Controles medioambientales: incluyen métodos para reducir la concentración de aerosoles respiratorios infecciosos, es decir, núcleos de gotitas en el aire y métodos para controlar la dirección del aire infeccioso. La elección de los controles ambientales se relaciona estrechamente con el diseño, la construcción, la renovación y el uso de edificios, que a su vez debe adaptarse a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales. Los controles ambientales incluyen lo siguiente: ventilación (natural, mecánica y de modo mixto) para diluir las concentraciones de organismos y expulsarlos al exterior; filtración para capturar partículas infecciosas; y luz *ultravioleta germicida (UV-C) con sistemas de mezcla de aire (conocido con anterioridad como irradiación germicida ultravioleta, [UV-C]),* que inactivan estos organismos aéreos cuando pasan a través de la planta alta irradiada de los espacios ocupados y el aire desinfectado regresa a la zona ocupada. *UV-C* complementa la ventilación de edificios, tanto mecánica como natural, pero también puede ser el medio principal de desinfección del aire donde la ventilación mecánica está ausente o funciona mal y la ventilación natural es limitada.

***Lámpara germicida (UV-C)*:** lámpara de vapor de mercurio de baja presión con una bombilla por la cual se transmite radiación UV-C bactericida. (Para más información, ver UV-C).

Medidor *(UV-C)* ***(radiómetro)*:** un instrumento utilizado para medir cantidades radiométricas, particularmente la fluencia o la radiación UV. Para medir lámparas germicidas de baja presión, un filtro de coseno alzado en el detector con filtro de 254 nm, con un rango de 0,01 $\mu W/cm^2$ a 2000 $\mu W/cm^2$.

Prevención y control de infecciones (PCI): Prácticas y procedimientos basados en evidencia que, si se aplican de forma constante en centros de atención médica, pueden prevenir o reducir el riesgo de transmisión de microorganismos a trabajadores de la salud, otros residentes y visitantes.

Dispositivo (también intercambiable con el dispositivo): aparato que distribuye, filtra o transforma toda luz visible y germicida UV transmitida desde una o más lámparas y que incluye, salvo las lámparas en sí mismas, todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y, en caso necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios para conectarlos al suministro eléctrico.

Mantenimiento: Acciones necesarias para retener o restaurar un equipo, máquina o sistema al rendimiento para lograr su máxima vida útil. Incluye el mantenimiento correctivo (reactivo) y mantenimiento preventivo.

Orthocoronavirinae: Orthocoronavirinae, comúnmente conocidos como coronavirus, es una subfamilia de virus ARN monocatenario positivos perteneciente a la familia Coronaviridae. Se subdivide en los géneros Alphacoronavirus, Betacoronavirus, Gammacoronavirus y Deltacoronavirus.23 Estos incluyen genogrupos filogenéticamente similares de virus con una nucleocápside de simetría helicoidal con envoltura cuyos viriones pueden medir entre aproximadamente 50 y 200 nm de diámetro. Su material genético es el de mayor tamaño dentro de los virus de ARN, con genomas que van desde los 26 a 32 kilonucleótidos.45 Se les llama coronavirus por la corona de puntas que se ve alrededor de la superficie del virus.

Equipo de protección personal (EPP): el equipo de protección personal, respiradores para partículas, se debe utilizar junto con los controles administrativos y ambientales en situaciones donde existe un mayor riesgo de transmisión.

Coronavirus (COVID-19): Los coronavirus (Covid-19) son una amplia familia de virus que pueden causar diversas afecciones, desde el resfriado común hasta enfermedades más

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

graves, como ocurre con el coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-Covid-19) y el que ocasiona el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS-Covid-19). Un nuevo coronavirus es una nueva cepa de coronavirus que no se había encontrado antes en el ser humano.

Los coronavirus se pueden contagiar de los animales a las personas (transmisión zoonótica). De acuerdo con estudios exhaustivos al respecto, sabemos que el SRAS-Covid-19 se transmitió de la civeta al ser humano y que se ha producido transmisión del MERS-Covid-19 del dromedario al ser humano. Además, se sabe que hay otros coronavirus circulando entre animales, que todavía no han infectado al ser humano

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

CARACTERISTICAS

Características demográficas de los casos de COVID-19 en los EE. UU.

	Cant. de casos (% del total)						
Grupo etario (años)	< 18	18-44	45-64	65-74	75+	Se desconoce	Total
Totales	16 275	276 707	274 124	85 248	95 098	29 404	776 856
No especifica raza	10 902 (67 %)	172 508 (62,3 %)	159 238 (58,1 %)	40 955 (48 %)	38 477 (40,5 %)	12 282 (41,8 %)	434 362 (55,9 %)
Especifica raza	5 373 (33 %)	104 199 (37,7 %)	114 886 (41,9 %)	44 293 (52 %)	56 621 (59,5 %)	17 122 (58,2 %)	342 494 (44,1 %)
Entre los casos que especifican raza							
Aborigen de los Estados Unidos u oriundo de Alaska	92 (1,7 %)	955 (0,9 %)	827 (0,7 %)	238 (0,5 %)	156 (0,3 %)	73 (0,4 %)	2 341 (0,7 %)
Asiática	251 (4,7 %)	5 601 (5,4 %)	6 098 (5,3 %)	2 048 (4,6 %)	2 088 (3,7 %)	787 (4,6 %)	16 873 (4,9 %)
De raza negra o afroamericano	1 296 (24,1 %)	29 071 (27,9 %)	36 321 (31,6 %)	14 272 (32,2 %)	12 619 (22,3 %)	6 485 (37,9 %)	100 064 (29,2 %)
Nativo de Hawái o de las Islas del Pacífico	36 (0,7 %)	420 (0,4 %)	327 (0,3 %)	102 (0,2 %)	62 (0,1 %)	43 (0,3 %)	990 (0,3 %)
Blanco	2 702 (50,3 %)	51 922 (49,8 %)	56 344 (49 %)	23 356 (52,7 %)	37 392 (66 %)	6 282 (36,7 %)	177 998 (52 %)
Varios/otros	996 (18,5 %)	16 230 (15,6 %)	14 969 (13 %)	4 277 (9,7 %)	4 304 (7,6 %)	3 452 (20,2 %)	44 228 (12,9 %)
No especifica grupo étnico	10 828 (66,5 %)	180 344 (65,2 %)	171 125 (62,4 %)	47 354 (55,5 %)	49 087 (51,6 %)	14 174 (48,2 %)	472 912 (60,9 %)
Especifica grupo étnico	5 447 (33,5 %)	96 363 (34,8 %)	102 999 (37,6 %)	37 894 (44,5 %)	46 011 (48,4 %)	15 230 (51,8 %)	303 944 (39,1 %)
Entre los casos que especifican grupo étnico							
Hispano/latino	2 150 (39,5 %)	29 868 (31 %)	25 632 (24,9 %)	6 653 (17,6 %)	5 906 (12,8 %)	4 684 (30,8 %)	74 893 (24,6 %)
No hispano/latino	3 297 (60,5 %)	66 495 (69 %)	77 367 (75,1 %)	31 241 (82,4 %)	40 105 (87,2 %)	10 546 (69,2 %)	229 051 (75,4 %)

•

diagnosticado clínicamente es aquel que no cumple con los criterios de confirmación bacteriológica, pero al que un médico u otro profesional médico ha diagnosticado como COVID-19 activa y ha decidido darle al paciente un tratamiento completo para COVID-19. Esta definición incluye casos diagnosticados con base en anomalías de rayos X o histología sugestiva y casos extrapulmonares sin confirmación de laboratorio. Los casos diagnosticados clínicamente, que posteriormente son bacteriológicamente positivos antes o después de iniciar el tratamiento, deben reclasificarse como confirmados bacteriológicamente.

El COVID-19 afecta a las personas de distintas maneras. La mayoría de las personas infectadas desarrollan síntomas de leves a moderados.

SINTOMAS COMUNES:

- Fiebre
- Cansancio
- Tos Seca

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

ALGUNAS PERSONAS TAMBIEN PUEDEN EXPERIMENTAR:

- dolores y molestias
- congestión nasal
- abundante secreción nasal
- dolor de garganta
- diarrea

Contacto con una persona con COVID-19: Una persona que ha compartido el mismo aire en un espacio físico con una persona que tiene la enfermedad de COVID-19 por una cantidad de tiempo suficiente como para permitir la posible transmisión del *Coronavirus*.

Irradiación germicida ultravioleta (COVID-19), (ver** (UV-C)**): la energía ultravioleta C (UV-C), a través de un sistema diseñado para administrar UV-C, se usa para inactivar microorganismos de manera que ya no sean capaces de replicarse y causar efectos adversos a la salud.

UV-C: radiación ultravioleta con una longitud de onda entre 280 nm y 100 nm. La longitud de onda UV "germicida", comúnmente de 253,7 nm cuando se genera usando una lámpara de vapor de mercurio de baja presión, cae dentro de esta banda UV.

Planta Alta: Zona de tratamiento con UV comprendida desde la base del dispositivo UV-C hasta el techo de un determinado ambiente.

Planta Baja: Zona sin tratamiento con UV comprendida desde la base del dispositivo UV-C hasta el piso terminado de un determinado ambiente.

SEGURIDAD

La preocupación principal en la planificación, habilitación o puesta en marcha, operación y mantenimiento de estos dispositivos es mantener la dosis óptima de UV para inactivar la *COVID-19* mientras se mantiene la seguridad humana contra una exposición excesiva a la energía UV-C desde los sistemas *UV-C* de planta alta. Los sistemas *UV-C* de planta alta bien planificados, instalados, comisionados, operados y mantenidos se han usado de forma segura en todo el mundo; sin embargo, el error humano, los dispositivos mal instalados o el tipo de dispositivo incorrecto han causado irritación temporal y dolorosa en los ojos y la piel que se resolvieron en 24-48 horas. No se conocen efectos a largo plazo de la exposición a la *UV-C* (Nardell et al., 2008). Como parte de la estrategia para desarrollar el plan de mantenimiento y operación para el sistema *UV-C* de su instalación, consulte la sección Rendimiento de emisiones *UV-C* y medidas de seguridad de este manual que describe cómo medir el nivel de radiación UV-C para los ojos y así determinar si la exposición acumulada durante un período de 8 horas excede los 6 mJ/cm^2 (Conferencia Americana sobre Higienistas Industriales Gubernamentales, ACGIH, 2015), (Comisión Internacional de L'Eclairage, CIE, 2003). Durante un ensayo de campo nacional de UV-C, el Estudio de Protección Ultravioleta contra la Coronavirus (TUSS) (1997-2004), se instalaron 1200 dispositivos *UV-C* de planta alta en catorce refugios para personas sin hogar de varios tipos en seis ciudades de EE. UU. Solo se produjo un caso de exposición excesiva cuando una cama de dos pisos se movió demasiado cerca de un dispositivo *UV-C* de planta alta. Este problema de exposición humana se resolvió cuando el dispositivo se reubicó (Nardell et al., 2008). Enfermeras de un hospital de Boston equipado con dispositivos *(UV-C)* en habitaciones de pacientes utilizaron los monitores UV-C. En el transcurso de varios días, la dosis UVC diaria acumulada era una fracción del permitido 6mJ/cm^2 (First, 2005). Otra consideración para la seguridad es el diseño y la salida del dispositivo, por ejemplo, los dispositivos abiertos sin persiana deben usarse en espacios con alturas de techo superiores a 2,7 m (9 ft), mientras que los dispositivos con persianas, para espacios con alturas de techo de 2,4 m (8 ft). Otras características de los interruptores de seguridad que se instalan en el dispositivo para desenergizar el dispositivo cuando se abre.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

PUNTO CLAVE: *Con una instalación adecuada, capacitación en uso, señalización y medidas de seguridad por parte de personal capacitado que usa EPP, los sistemas UV-C pueden operar con seguridad humana.*

PUNTO CLAVE: *El personal de mantenimiento debe estar capacitado para usar EPP, por ejemplo, anteojos de seguridad, cuando trabaje dentro de la zona de tratamiento UV-C que se extiende desde la parte inferior del dispositivo hasta el techo.*

EJEMPLOS DE LUGARES DE SEÑALIZACIÓN EN LA INSTALACIÓN DONDE SE COLOCAN LOS DISPOSITIVOS *UV-C* DE PLANTA ALTA Y QUE DEBERÍAN SER MULTILINGÜES SEGÚN SEA NECESARIO:

-

PRECAUCIÓN

ALTA INTENSIDAD UV:

APAGUE LAS LÁMPARAS ANTES DE ENTRAR A LA PLANTA ALTA

PRECAUCIÓN

ALTA INTENSIDAD UV:

PROTEGER LOS OJOS Y LA PIEL

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

SISTEMAS DE DISPOSITIVOS UV-C

Los dispositivos *UV-C* varían según la marca, el modelo, la eficiencia y el fabricante. Se deben seguir con cuidado todas las recomendaciones de los fabricantes para el mantenimiento y la reparación. Sin embargo, hay procedimientos de mantenimiento estándar o universales que deben seguirse para mantener la eficacia y la efectividad de los dispositivos.

Se debe realizar periódicamente una inspección visual con una protección adecuada para los ojos y si se observa una falla de la lámpara (la lámpara no está encendida), se deben tomar medidas correctivas *inmediatamente* para que el dispositivo regrese a servicio.

Figura 1 (Arriba a la izquierda) Ejemplo de dispositivo UV-C de planta alta abierto para espacios con alturas de techo de 2,7 m (9 ft) o más. (Arriba derecha) Ejemplo de dispositivo UV-C de planta alta con persianas para espacios de 2,4 m (8 ft) (o de mayor altura).

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

La unidad para la esterilización del aire ambiental UV-AIR-PLUS se adapta especialmente para la des germinación de habitaciones que son constantemente frecuentadas por personas. La construcción excluye una radiación directa del aire ambiental y, por lo tanto, del medio ambiente. No se necesita flujo de aire para la aplicación de la unidad, porque mediante un ventilador axial integrado, el aire se aspira a la unidad y se conduce al proceso de des germinación. El área de aplicación del UV-AIR-PLUS es muy grande y se extiende en el ámbito de los alimentos a salas de producción, procesamiento, envasado, corte, rebanado y laboratorios. Las unidades se entregan listas para enchufar y el montaje se realiza simplemente colgando del techo o pared.

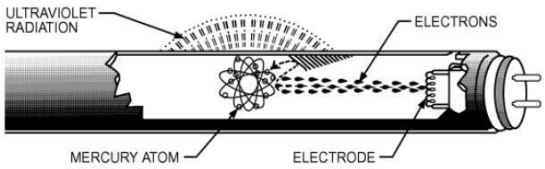
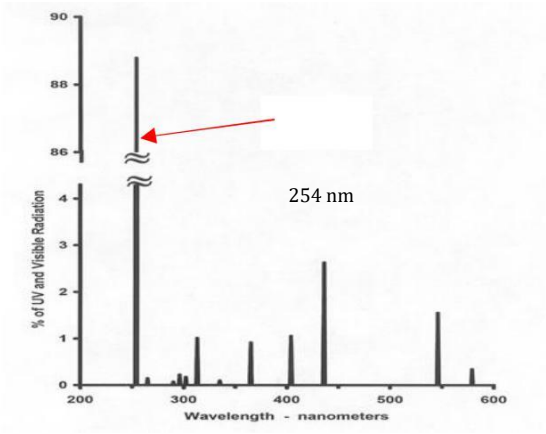


Figura 3 Función del átomo de mercurio vaporizado que libera UV de una lámpara germicida.



254 nm. Se emite muy poca energía en la región visible, por lo que la energía restante da como resultado otras diversas longitudes de onda en la región UV (principalmente 185 nm)

planta superior se tratan con un revestimiento

interior que evita cualquier vacío de UV (200 nm o menos), por lo que la producción de ozono no es un problema. Las lámparas UV-C de mala calidad producirán ozono. Las lámparas UV-C de reemplazo no deben producir ozono. El reciclaje de las lámparas UV-C usadas debe cumplir con las reglamentaciones ambientales nacionales y locales basadas en la documentación del fabricante sobre el contenido de mercurio dentro de sus lámparas UV-C.

La vida útil de la lámpara UV-C varía según el tipo, el fabricante y las características de funcionamiento. La mayoría de las lámparas UV-C actualmente disponibles tienen una vida útil nominal de 6000-10.000 u horas de combustión. Algunas combinaciones más recientes de lámparas y balastras ahora se están evaluando a 18.000 horas. Consulte las recomendaciones de los fabricantes sobre la duración efectiva de la lámpara en función de la balastra y otras medidas de rendimiento, como la temperatura. La vida útil total de la lámpara se verá afectada por el voltaje, encendidos y apagados, dependiendo de la balastra utilizada para encender y mantener el flujo de electricidad, por lo que permitir que las lámparas funcionen continuamente es beneficioso para la vida útil de la lámpara.

La vida de la lámpara UV-C depende de la descomposición de los electrodos (o filamentos) en la

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

lámpara y la degradación del cuarzo. Cuando una lámpara UV falla debido a una falla del electrodo, normalmente no se enciende y la falla es obvia. *Cuando la salida de las lámparas disminuye, la lámpara continuará "quemando azul" incluso después de que su salida germicida haya disminuido por debajo de los niveles aceptables.* Se usa un medidor de UV (radiómetro) para medir la salida absoluta o relativa del dispositivo/lámpara como un método para supervisar la vida útil de la lámpara. *Otra forma rentable, que depende de la economía local, es establecer un cronograma fijo para reemplazar la lámpara sobre la base de las recomendaciones del fabricante.* Si los costos de mano de obra son bajos, la supervisión regular de la salida de los dispositivos puede extender la vida útil de las lámparas como se explica más adelante en este documento.

Una lámpara *UV-C* experimenta una disminución inicial de la producción durante el período de rodaje (aproximadamente 100 horas), seguida de una disminución gradual de la producción durante su vida útil debido a la solarización de la lámpara (escarcha) y la deposición de metal en la superficie interna. Cerca del final de su vida útil, incluso si la luz ultravioleta apenas se está emitiendo, es posible que vea la luz azul del dispositivo. Es por esto que es importante saber cuál es la salida de referencia de su dispositivo y verificar la salida regularmente para saber cuándo cambiar la lámpara.

- Se observa una disminución anual de la emisión de la lámpara (First et al., 2007b):
- Disminución promedio de 16 % para lámparas de tubo lineales
- Disminución promedio de 26 % para lámparas plegables (compactas)

Balastra

Una balastra controla el flujo eléctrico hacia la lámpara en el dispositivo. Las balastras utilizadas en los dispositivos *UV-C* son idénticas a las utilizadas en un dispositivo de iluminación fluorescente estándar en diseño y propósito. Las balastras electrónicas vienen con un arrancador incorporado, algunas se pueden atenuar. Las electrónicas también permiten el ajuste a diferentes voltajes y diversas fluctuaciones de la fuente de alimentación interrumpida. La balastra regulable permite ajustes a los dispositivos UV-C instalados según se requiera por motivos de seguridad. Una falla de balastra se reconoce y diagnostica fácilmente. Un dispositivo que no funciona después de que se reemplaza la lámpara puede tener una balastra malograda o podría ser el voltaje que se suministra al dispositivo. La mayoría de las balastras disponibles no tienen piezas reparables, por lo que deben ser reemplazadas. Se debe tener cuidado para hacer coincidir la balastra con las especificaciones eléctricas de la lámpara. Si se utiliza una balastra incorrecta, la lámpara puede encenderse, pero su vida y eficiencia pueden verse comprometidas. Siga todas las recomendaciones de los fabricantes con respecto a las piezas de repuesto y las instrucciones de cableado.

Se recomienda especialmente utilizar la balastra recomendada por el fabricante para cada tipo de lámpara, porque las condiciones inferiores a las óptimas afectarán las características de arranque, la salida UV-C y la vida útil de la lámpara.

DISPOSITIVO

Muchos dispositivos *UV-C* están hechos de acero inoxidable o aluminio. Estos materiales son resistentes a la degradación de las horas extraordinarias a una exposición alta y prolongada a la radiación UV-C intensa. La pintura en chapa metálica o la potencia aplicada sobre las persianas pueden degradarse por una exposición prolongada a los rayos UV-C. Es menos probable que el acero inoxidable se deforme con las horas extras; mientras que el aluminio permite un peso más ligero, importante para los costos de montaje y envío. El cableado dentro del dispositivo debe estar protegido de la exposición a UV-C para evitar que

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

se vuelva frágil. Los dispositivos deben diseñarse para permitir una fácil limpieza y mantenimiento de persianas, lámparas, balastras y reflector.

INTERRUPTOR DE SEGURIDAD/SENSOR DE MOVIMIENTO/PUERTO DE VISUALIZACIÓN, INTERRUPTOR DE ATENUACIÓN

Se especifican varias características que pueden crear un entorno más seguro para los ocupantes y el personal de mantenimiento pero que aumentan los costos y el mantenimiento. Un interruptor de seguridad puede apagar un dispositivo *UV-C* individual para su limpieza. Se puede proporcionar un sensor de movimiento para apagar un dispositivo si una persona se eleva por encima del nivel de los ojos, a fin de evitar la exposición accidental a la luz UV-C de alta intensidad. Una ventana de observación hecha de vidrio UV no transmisivo regular puede mostrar si una lámpara *UV-C* está encendida o no. Se puede incorporar un sensor adicional en el dispositivo *UV-C* para proporcionar información sobre la salida de la lámpara. Algunos dispositivos UV-V de planta alta tienen balastras regulables para reducir la salida emitida inicial del dispositivo por seguridad; o bien cuando la lámpara se degrada en la salida, el regulador se puede ajustar para mantener la salida *UV-C*. Todos los dispositivos deben cumplir con el código eléctrico nacional donde están instalados.

VENTILACIÓN

La investigación ha demostrado que el aire ambiental bien mezclado es esencial para la efectividad de la *UV-C* de planta superior. encontraron una reducción del 80 % de efectividad sin mezclarse. En muchos lugares, donde la ventilación mecánica no está disponible, usan ventiladores de techo de baja velocidad o ventiladores de pared oscilantes. *Cuando se usan ventiladores, ventilación mecánica o combinaciones, se les debe dar mantenimiento para un sistema de UV-C efectivo.*

DEGRADACIÓN DE PLANTAS Y MATERIALES

Bajos niveles de UV germicida inhiben la fotosíntesis en plantas de interior que no pueden tolerar estas longitudes de onda. Las plantas deben mantenerse debajo de la zona de tratamiento UV de planta alta. Al igual que con la exposición a los rayos UV de la luz solar, la energía UV-C puede atenuarse y degradarse con el tiempo. Esto debe considerarse en el mantenimiento de la instalación.

DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Es esencial contar con un documento escrito para mantener el sistema de mezcla de aire UV-C de planta alta instalado según lo diseñado. Este documento servirá como guía para el mantenimiento de los sistemas de mezcla de aire UV-C, ya sea que se realice internamente o se subcontrate una empresa de mantenimiento de servicios UV-C.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

ELEMENTOS DE UN PLAN ESCRITO

DOCUMENTACIÓN: MANTENGA UN LIBRO DE REGISTRO

Registre cuando los dispositivos UV-C de planta alta superior se instalaron, inspeccionaron, limpiaron, movieron, etc. Registre la salida del dispositivo UV-C en función de la frecuencia de limpieza establecida, generalmente, cada tres a seis meses; sin embargo, la frecuencia puede variar dependiendo de la contaminación ambiental, las condiciones climáticas, la humedad relativa y el tipo de sistema de ventilación del edificio.

COMUNICACIÓN: ESTABLECER RESPONSABILIDADES DE COMUNICACIÓN

Si una lámpara UV-C se quema (o se observa otro problema), ¿quién notifica al Servicio de mantenimiento de las instalaciones o a la empresa de servicio UV-C?

Una vez que se inicia un sistema UV-C de planta alta, ¿quién es responsable de inspeccionar/reemplazar la lámpara?

Si el individuo responsable deja la instalación, ¿cómo se altera el proceso de comunicación?

Los procedimientos de mantenimiento y reparación del sistema UV-C de planta alta deben incorporarse a los procedimientos de mantenimiento de las instalaciones existentes y el personal responsable de COVID-19 debe responsabilizarse para que se cumpla.

COSTO DE MANTENIMIENTO

Adquiera un contrato de mantenimiento continuo por cinco años con la compra del sistema UV-C de planta alta con la finalidad que la empresa de servicio sea capacitada en mantenimiento de UV-C de planta superior. Esto debe incluir la limpieza en un programa establecido, reemplazo de lámpara anualmente (o basado en el porcentaje de caída en la salida) y en caso de fallas, limpieza/mantenimiento del dispositivo UV-C de planta alta con medición de salida y seguridad con un radiómetro UV-C certificado que utiliza un detector de ancho de banda de 254 nm UV-C corregido por coseno después de la limpieza y el reemplazo de la lámpara. Se requeriría que la compañía de servicio tenga suficiente (~5 %) suministro de lámparas y piezas de repuesto, como balastras para mantener el sistema operativo.

Desarrollar un plan de mantenimiento interno y presupuesto para el personal de la instalación y suministros/equipo: Adquiera el medidor UV-C (radiómetro y detector) (como se describe a continuación) y un servicio de calibración, suministros de limpieza (gasa, hisopo saturado con 70 % de alcohol para lámparas de limpieza, algodón o guantes desechables no estériles, gafas de seguridad con paneles laterales, cepillos para lupas de accesorios de limpieza, aspiradora manual para eliminar posibles insectos y polvo, etc.), lámparas y piezas de reemplazo, reemplazo de dispositivos desgastados o defectuosos, incluidos los costos de envío y manipulación, y kits de derrames de mercurio para limpiar cualquier mercurio liberado si una lámpara UV-C se rompe durante el servicio. Incluye el costo de la eliminación de las lámparas de mercurio por parte de una empresa (ver http://almr.org/) especializada en la gestión de residuos que protege el medioambiente para la contaminación, en este caso, con mercurio. En general, esto no es necesario si la lámpara UV-C contiene <5 mg Hg. Trabajo: el trabajo de rutina como el mantenimiento de un dispositivo incorporado en el trabajo físico de rutina; o bien trabajo dedicado, como tareas de mantenimiento trimestrales o anuales con mano de obra por dispositivo establecidas y presupuestadas. Incluye el costo de la recalibración del medidor UV-C de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

COSTOS DEL EQUIPO: EQUIPO DE LUZ ULTRAVIOLETA GERMICIDA PARA COVID-19 PIC

Costos del equipo: Equipo de luz UV germicida para COVID-19 IPC				
Dispositivos **UV-C** de planta alta protegido/con persianas para techos bajos (2,4 m/8 ft)	200-1500 USD	Por dispositivo	1	Cuando se instala a 2,1 m (7 ft) (desde la parte inferior del dispositivo hasta el piso terminado), la medición máxima del UV-C para el nivel de los ojos debe ser de 0,4 µW/cm2 . El costo oscila entre 200 y 1500 USD.
Los dispositivos **UV-C** de planta alta protegidos para techos más altos (>2,7 m/>9 ft)	200-1000 USD	Por dispositivo	1	Cuando se instala, la medición máxima del UV-C para el nivel de los ojos debe ser de 0,4 µW/cm2. El costo oscila entre 200 y 1000 USD.
Lámpara **UV-C**	15-100 USD	Por lámpara	1	Piezas de repuesto; el costo oscila entre 15 y 100 USD. Algunas lámparas patentadas son muy caras. Lámpara de 30 W T8 UV-C en el extremo bajo y UV del lado atlántico de Estados Unidos y en el lado alto.
Radiómetro **UV-C** (UV-C) y un detector UV-C con filtro de 254 nm	500 a 2500 USD	Por medidor	1	Instrumento con batería recomendado para 0,01-2000 µW/cm2
Radiómetro **UV-C** y calibrador del detector (anual)	300-400 USD	Por calibración del radiómetro	1	

ENTRENAMIENTO EN SERVICIO

Un consultor capacitado UV-C o un representante del fabricante empleado para entregar el sistema final instalado y validado debe proporcionar el entrenamiento inicial para el sistema UV-C de planta alta.

A partir de entonces, el personal interno debe realizar una capacitación anual en servicio del

personal médico y de mantenimiento sobre el propósito del sistema UV-C de planta alta, precauciones sobre cómo trabajar de forma segura alrededor del sistema UV-C y cómo informar los problemas observados para la resolución de problemas.

Todos los empleados nuevos deben recibir capacitación sobre el sistema UV-C de planta alta y la seguridad como parte de su empleo inicial.

Revise con una compañía de servicio o personal local cualquier cambio de uso de espacio que afecte el sistema UV-C de planta superior.

En función de las necesidades, pero no menos de una vez al año, revise los cambios dentro de la instalación para ver si se necesita redistribuir los dispositivos UV-C de planta alta, o si se deben adquirir unidades adicionales.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

TAREAS PRINCIPALES PARA MANTENER LOS DISPOSITIVOS UV-C DE PLANTA ALTA

Los dispositivos UV-C de planta alta variarán según la marca, el modelo y el fabricante. Se deben seguir con cuidado todas las recomendaciones de los fabricantes para la instalación, el mantenimiento y la reparación. Sin embargo, hay procedimientos de mantenimiento estándar o universales que deben hacerse para mantener la eficiencia y la efectividad de los dispositivos. Se debe realizar periódicamente una inspección visual con protección adecuada para los ojos y si se observa una falla en la lámpara, se deben tomar medidas correctivas inmediatamente para que el dispositivo regrese al servicio. Las principales tareas discutidas incluyen:

Medidas de seguridad y rendimiento de la instalación (salida del dispositivo) Limpieza de lámpara y dispositivo

Inspecciones de rutina

Reparaciones y reemplazo

Eliminación/limpieza de lámparas no funcionales, balastras, dispositivos.

SUPERVISIÓN

MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO (EMISIÓN): los radiómetros manuales se utilizan para medir el nivel de irradiancia para un nivel aceptable de salida UV-C y la seguridad a nivel de los ojos de los dispositivos UV-C. Como parte del proceso de puesta en servicio general, durante la prueba inicial de aceptación de la instalación de UV-C, evalúe los dispositivos después de un período de espera de 100 h (incinerado) de las nuevas lámparas UV-C. Después del período de espera de 100 h, la salida de la lámpara será estable y se tomará una medición de referencia para supervisar la salida del dispositivo UV-C en horas extra. A intervalos periódicos establecidos en función de la frecuencia con la que se necesita limpiar el dispositivo UV-C de planta alta, la salida se medirá antes de la limpieza y se comparará con la medición de referencia. Cuando la salida mide <70 % de la medición de referencia incluso después de la limpieza, cambie la lámpara. Después de 100 h, establezca una nueva línea base para el dispositivo basado en la nueva lámpara.

MEDIDA DE SEGURIDAD: la exposición directa de los humanos a la irradiación germicida ultravioleta que exceda el Valor Límite Umbral (TLV) de 6mJ/cm^2 por 8 h establecido por la ACGIH y la ICNIRP puede ocasionar irritación dolorosa en los ojos y la piel[i]. Este límite puede alcanzarse en unos pocos segundos o acumularse durante varias horas si no se siguen las precauciones adecuadas para limitar la exposición. La córnea del ojo es el órgano más sensible a la sobreexposición por UV-C, por lo tanto, para la seguridad de la planta baja, en la mayoría de los casos la irradiancia del nivel de los ojos no debe ser mayor de 0,4 µW/cm^2 a 1,7 m por encima del piso terminado en cualquier lugar de la habitación, medida con un radiómetro sensible a UVC de 254 nm. En ciertas áreas, tales como los pasillos por donde pasan los ocupantes, los valores superiores a 0,4 µW/cm^2 pueden ser posibles con la seguridad permisible debido al breve tiempo que se pasa en el corredor. De manera similar, en áreas tales como UCI, áreas de espera, habitaciones de pacientes, salas de congregación, estaciones de enfermeras, etc., donde los ocupantes de la habitación pueden ser muy sedentarios o incluso estar en posición supina, se deben considerar los niveles de irradiación a continuación.

Los niveles de UV se pueden medir con un radiómetro UV directamente orientado hacia el dispositivo a la altura de los ojos en varios lugares de la habitación y deben tomarse en el mismo lugar cada vez. Dependiendo del tipo de áreas y la duración de la ocupación, si las lecturas indican una irradiación a la altura del ojo de 0,4 µW/cm^2, especialmente con quejas de irritación ocular de los ocupantes, los sistemas UV deben desactivarse hasta que se

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

puedan hacer ajustes o se pueda contactar al fabricante. Los techos inclinados se han asociado con niveles excesivos de UV-C en la planta baja.

MEDIDOR MANUAL UV-C (RADIÓMETRO) PARA SUPERVISIÓN

Un radiómetro (medidor UV-C) con un filtro corregido de coseno montado en un detector con un filtro de banda estrecha a 254 nm, se usa para mediciones UV-C en el campo como se muestra en las Figuras 3 y 4. El difusor también sirve como un atenuador y, por lo tanto, evita daños y saturación a los detectores mientras trabaja en niveles de alta intensidad.

Requisito de mantenimiento para el medidor UV-C ***(UV-C) (Radiómetro)***

Recomendación: la calibración del medidor de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Figura 3 Radiómetro manual UV-C con detector y filtro en juego. Foto: 3a) Gigahertz-Óptico 3b) El radiómetro internacional ILT 2400 UV-C se muestra a continuación. Foto: ILT.

Figura 4 a) Radiómetro manual UV-C (Zenith a continuación) que mide la salida UV-C del dispositivo.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

PASOS PARA LA MEDICIÓN

1. Las mediciones de radiación UV-C deben tomarse
   - En la instalación inicial
   - Siempre que se instalen tubos nuevos (los diseños de tubos más recientes pueden haber aumentado la irradiación)
   - Siempre que se realicen modificaciones en el sistema UV-C de planta alta o en la habitación, por ejemplo, ajuste de la altura del dispositivo, ubicación o posición de las persianas, adición de materiales absorbentes o reflectantes de UV, cambios en la dimensión de la sala, cambios de altura de la división modular.
   - Siempre que se limpien los dispositivos UV-C de planta alta.
   - Siempre que se reciban quejas de posible sobreexposición.

2. Ensamble un kit de medición que incluya:
   a. Cinta métrica para cuerda o palo a 1 m o 3 ft.
   b. Medidor UV-C con detector de 254 nm (radiómetro) con varilla de extensión para sostener el sensor
   c. Escalera
   d. Gafas de seguridad con paneles laterales
   e. Respirador N95 o FFP2 en áreas de alto riesgo
   f. Un libro de registro que contenga formularios para documentar el motivo de la medición (lámpara nueva, mantenimiento programado)
   i. Nivel de irradiancia de los ojos en la zona ocupada
   ii. Salida máxima del dispositivo a 1 m de distancia del dispositivo (¿irradiancia?)
   g. Etiquetas
3. Documente todo ajuste realizado durante las mediciones (p. ej., limpieza, reflector, cambio de lámpara).
4. Haga mediciones.
   h. Vístase con todo el EPP necesario (respirador y gafas de seguridad).
   i. De acuerdo con las instrucciones del fabricante del medidor UV-C (radiómetro), ponga a cero el medidor de UV con la tapa en el sensor.
   j. Retire la tapa y coloque el sensor a 1 m de la parte posterior del dispositivo UV-C de planta alta.

   k. **Para mediciones de salida** (ver la Figura 5) levante el sensor y hacia arriba y hacia abajo en el punto medio de la parte frontal del dispositivo para encontrar la salida máxima del haz.
   l. Registre la lectura en el libro de registro. Tenga en cuenta si esta es una lectura de referencia para comparar con las lecturas futuras. (ver ejemplo de grabación de registro a continuación).
   m. Si la medición no es una lectura de referencia, compárela con la lectura de referencia inicial. Si el valor es inferior al 70 % del valor original, tome medidas correctivas limpiando la lámpara y el dispositivo. Vuelva a medir, y si el valor sigue siendo inferior al 70 % del valor original, vuelva a conectar el dispositivo. Tome una lectura de seguridad a la altura de los ojos a 1,7 m para asegurarse de que el dispositivo reencendido pueda dejarse encendido durante el período de espera requerido de 100 h. Si no, tome medidas correctivas ajustando los reflectores. Si la lectura de seguridad a nivel de los ojos es menor o igual a 0,4 W/cm^2 en la zona ocupada, el sistema es seguro para la operación (Nardell 2008).

   n. **Para medidas de seguridad** (ver las Figuras 9-11), escanee el sensor a la altura de los ojos, a 1,7 m por encima del piso terminado, hacia varios dispositivos UV-C de planta alta en el campo de visión. Haga esto en varios lugares, en los que múltiples dispositivos combinen energía. Tenga en cuenta si alguna área en el escaneo se eleva por encima de 0,4 W/cm^2. Si es así, tome medidas correctivas. Coloque el sensor donde está sentado el personal médico y en las camas del paciente para ver si se produce un resultado excesivo de lectura. Si es así, tome medidas correctivas. Las medidas correctivas pueden ser ajustar las persianas, pintar las superficies con pintura UV no reflectora, atenuar la balastra UV-C si está disponible.
   o. Registre las lecturas de los dispositivos individuales en el formulario de registro del libro de registro. Tome nota si se tomaron medidas correctivas o si se requieren acciones adicionales.
   p. Vea las figuras 6-8 como ejemplos de técnicas de medición.
5. Documento y cierre de sesión.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

[redacted]

Figura 5 (arriba) Ilustra el uso de cinta de medición para indicar 1 m de distancia desde la parte posterior del dispositivo UV-C al sensor. El detector (izquierda) se eleva y se baja para encontrar la salida máxima (irradiancia) del haz de UV para grabar la salida. Si está permitido, utilice marcador permanente en el piso para facilitar la repetición de la medición. O use como una vara de yarda/metro entre la parte frontal del dispositivo y el detector del radiómetro UV-C

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Figura 6 Técnico que revisa la seguridad a nivel de los ojos con radiómetro UV-C UV-C. Nota: la luz visible azul no es UV-C UV-C, solo el radiómetro puede evaluar el UV-C UV-C con precisión.

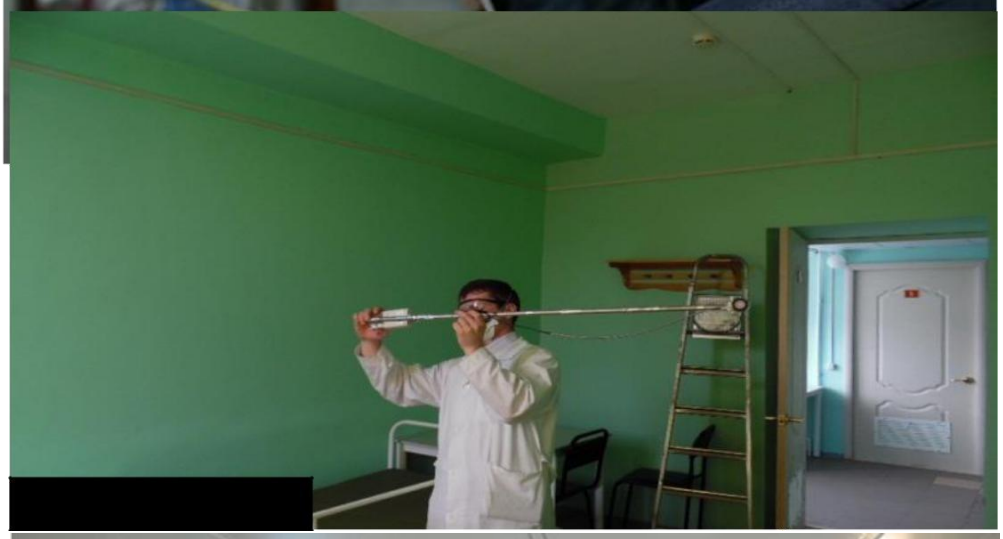


Figura 7 Lecturas de seguridad UV-C UV-C a nivel de los ojos en la habitación del paciente.

Figura 8 Técnico que mide la seguridad del nivel de los ojos UV-C UV-C en el pasillo.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

PLANTILLA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO UV-C/UV-C - EJEMPLO PARA EL LIBRO DE REGISTRO

Instalaciones:	**Nombre de la habitación:**				
Irradiación ($\mu W/cm^2$)	**Criterios de aceptación** xx =($\mu W/cm^2$@1m)	**Registre las lecturas trimestrales (limpieza previa y posterior)**			
		Trimestre 1	**Trimestre 2**	**Trimestre 3**	**Trimestre 4**
identificación del dispositivo: Modelo/Fabricante Instalado:	Menos del 70 % de xx				
identificación del dispositivo: Modelo/Fabricante Instalado:	Menos del 70 % de xx				
identificación del dispositivo: Modelo/Fabricante Instalado:	menos del 70 % xx				
Planta baja:	≤0,4 W/cm2				
Modelo y número de serie del medidor UV-c: Fecha de calibración					
Fecha:					
Luces UV-C reemplazadas/Fecha:					
Comentarios:					
Aprobado por:	Nombre:			Firma:	

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

LIMPIEZA DE LÁMPARA Y DISPOSITIVO

La acumulación de polvo en las superficies reflectantes y las lámparas de los dispositivos UV-C de planta superior explican una disminución significativa del rendimiento. La limpieza y el mantenimiento del dispositivo se deben realizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del dispositivo. En ausencia de instrucciones del fabricante, se debe seguir la siguiente guía en orden:
Reúna un kit de limpieza que contenga: Guantes limpios sin polvo
Paño suave y sin pelusas

Alcohol etílico o isopropílico al 70 %

Aspiradora manual, cepillo para persianas Lentes de seguridad

EPP: Respirador N95 o FFP2 en áreas de alto riesgo

Presente el formulario al supervisor para documentar la limpieza y la nueva medición de la salida.

Utilice el equipo personal de protección antes de ingresar a la zona irradiada o de abrir los dispositivos UV-C de planta alta.

Apague el dispositivo y permita que las lámparas se enfríen

Use un paño seco y sin pelusa para eliminar el polvo de las superficies externas y use el cepillo entre las rejillas y aspire.

Unidad abierta según lo estipulado por el fabricante

Maneje las lámparas con guantes limpios y sin polvo para evitar depósitos de aceite en las lámparas y superficies reflectantes.

Cambie las lámparas UV-C de acuerdo con un cronograma prescrito, o si lo indica la rutina de supervisión del desempeño.

Cambie las balastras defectuosas de las lámparas parpadeantes.

Use un paño sin pelusa humedecido con alcohol etílico o isopropílico al 70 % para limpiar las lámparas UV-C y los reflectores (SIN AGUA JABONOSA). Aplique presión con cuidado para eliminar la suciedad persistente.

Limpie las lámparas UV-C, los reflectores, las persianas y las superficies externas con un paño limpio y sin pelusas.

Cierre los dispositivos UV-C de planta alta correctamente.

Encienda el sistema y verifique el funcionamiento de la lámpara UV-C usando protección ocular.

Asegúrese de que el dispositivo UV-C de planta alta esté seco y, luego, vuelva a medir la salida y la seguridad.

Registre la inspección, limpieza y reemplazo en el libro de registro de mantenimiento como se recomienda.

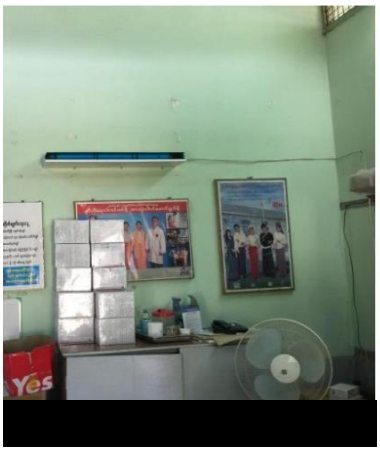
La frecuencia de limpieza dependerá de las condiciones locales. El intervalo de mantenimiento máximo razonable para las intervenciones de limpieza y supervisión, de manera general, sería de 3 meses en entornos sucios/menos limpios y de 6 meses para la limpieza. La frecuencia de limpieza será específica del sitio dentro de las instalaciones. Este intervalo variará según el tipo de ventilación (mecánica o natural), así como según los niveles de polvo ambiental. El plan de mantenimiento se puede ajustar en función de los datos de rendimiento obtenidos durante la supervisión de rutina.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

PASOS DE LIMPIEZA

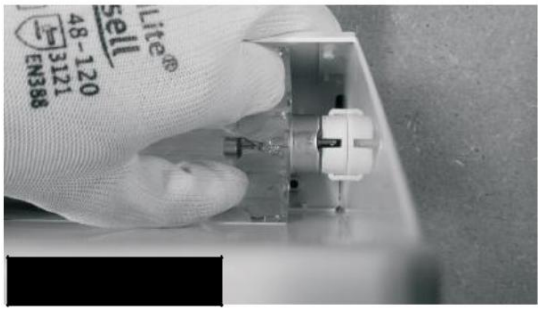
1. Traer: una escalera, alcohol etílico o isopropílico al 70 % para restregar, paño suave sin pelusa, guantes sin polvo, libro de registro, medidor UV-C, cinta métrica, lámparas UV-C nuevas, destornillador (cabeza plana, Philips o herramienta especial recomendada por el fabricante). Use gafas de seguridad cuando la unidad UV-C esté energizada. Use PPE (respirador) cuando trabaje en entornos de COVID-19 de alto riesgo.

2. Apague la unidad UV-C y ***permita que se enfríe***.



Apague la unidad UV-C

3. Abra el dispositivo UV-C de planta alta y servicio. ***Use guantes sin polvo cuando manipule el reflector y la lámpara.*** Limpie el reflector y la lámpara con un paño limpio y sin pelusa con alcohol etílico o isopropílico al 70 % para eliminar la suciedad. Cepille o aspire las persianas. Cuidadosamente, reemplace la lámpara limpia. Siga las recomendaciones del fabricante sobre el reemplazo de la lámpara UV-C, o bien en función de la medición. *Cumpla con las regulaciones nacionales de eliminación ambiental de remanentes y reciclaje.*



Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

4. Cierre el dispositivo UV-C de planta alta. ***Solo cuando esté de pie de forma segura en la planta baja, encienda el dispositivo UV-C de planta alta*** y permita que se caliente durante 10 minutos antes de registrar la salida y las medidas de seguridad con un detector UV-C y un radiómetro. Mida y registre los valores de seguridad de salida y del nivel de los ojos.

REEMPLAZO DE LA LÁMPARA

Las lámparas UV-C o sus balastras y arrancadores pueden funcionar mal/fallar en cualquier momento, o pueden degradarse gradualmente con el tiempo, lo que afecta negativamente la efectividad de la lámpara, por lo que es necesario reemplazarlas.

El reemplazo económico de las lámparas debido a la degradación gradual puede lograrse a través de la supervisión de desempeño de rutina usando un medidor de irradiación UV-C. Para las instalaciones con un gran número de lámparas instaladas y con la capacidad técnica para llevar a cabo un programa de supervisión, se recomienda volver a conectar las lámparas en función del rendimiento individual del dispositivo según los criterios funcionales mínimos (70 % de la nueva salida experimentada).

Cuando las instalaciones UV-C de planta alta no sean lo suficientemente grandes como para justificar la adquisición y el mantenimiento de un radiómetro UV-C, se debe considerar una estrategia de reabastecimiento grupal. Según los costos de mano de obra, el reemplazo anual de la lámpara puede ser más rentable que la supervisión de rendimiento.

La falla inesperada de las lámparas de vapor de mercurio puede identificarse mediante la inspección visual de las lámparas cuando se encienden. Si bien el resplandor azul característico de estas lámparas no es un indicador confiable de la salida UV-C, indicará si una lámpara o su mecanismo de control ha fallado inesperadamente. En los dispositivos con grupos de lámparas UV-C, se debe tener especial consideración para inspeccionar de manera segura las lámparas individuales en busca de fallas.

INSPECCIONES DE RUTINA

Observaciones iniciales:
Asegúrese de que un profesional capacitado instale el dispositivo UV-C de planta alta. Quien realice la instalación debe asegurarse de que el dispositivo esté montado correctamente. Algunas preguntas para tener en cuenta durante la **inspección inicial** son:
¿El dispositivo está a nivel del suelo? Verifique ambas direcciones colocando un nivel paralelo a la pared y perpendicular a la pared en la parte superior del dispositivo.

¿Las conexiones eléctricas son adecuadas?

¿El dispositivo está fijado de forma segura y adecuada a la pared/techo?

¿El dispositivo apunta hacia la dirección correcta?

¿El dispositivo está montado lo suficientemente alto? La altura ideal depende de la altura de la habitación, pero el dispositivo debe estar por encima de 2,1 m (7 ft).

¿Es seguro para los ocupantes? Utilice un detector UVC para tomar medidas en la planta baja (a una altura de 5'8" o 1,7 m)

debe llevarse a cabo durante la instalación inicial del UV-C de planta alta y regularmente después de la instalación. *Esto se debe agregar a los Procedimientos Operativos Estandarizados diarios de las instalaciones junto con la administración de ventanas, por ejemplo.*

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Una persona designada para llamar si se apaga una luz debe aparecer en los SOP. Inspección de rutina para operación y mantenimiento (cada 3-6 meses):

- ¿Está encendida la lámpara UV-C? No apagarla durante la noche; la operación continua puede extender la vida útil reportada hasta en un 60 % sobre la vida recomendada por los fabricantes.
- ¿Está limpio?
- Verifique el registro de mantenimiento para asegurarse de que no se necesite mantenimiento.

REFACCIÓN

Establezca un acuerdo de reparación y reemplazo completo y definido con el proveedor, o bien proporcione capacitación para equipar al personal de las instalaciones internas para realizar estos servicios.

Mantenga un registro de las garantías.

Reciba reemplazos anticipados y use empaques para devolver y reparar dispositivos defectuosos o dañados.

Si experimenta una falla temprana de la lámpara, asegúrese de obtener un reemplazo del proveedor. Falla anual de la lámpara observada (después de ~9000 horas):
<1 % para lámparas de tubo lineales

<2 % para lámparas plegables

ELIMINACIÓN/LIMPIEZA DE LÁMPARAS NO FUNCIONALES, BALASTRAS, DISPOSITIVOS.

Las lámparas UV-C deben tratarse del mismo modo que otros dispositivos que contienen mercurio, como las bombillas fluorescentes. Muchas lámparas deben tratarse como desechos peligrosos y no pueden desecharse con los desechos comunes. Las bombillas con bajo contenido de mercurio, a menudo, se pueden descartar como desecho regular si <5 mg Hg; sin embargo, los códigos nacionales clasifican estas lámparas como desechos peligrosos. Las regulaciones universales de desechos de la EPA de EE. UU. permiten que los usuarios traten las lámparas de mercurio como desecho regular con el fin de transportarlas a una instalación de reciclaje. Este proceso simplificado se desarrolló para promover el reciclaje. Deben seguirse las normas más estrictas para la eliminación.

La mayoría de los sistemas UV-C de planta alta actualmente dependen del uso de una balastra electrónica para proporcionar potencia a la lámpara UV; sin embargo, muchos sistemas más antiguos usan balastras magnéticas en su lugar. Las balastras magnéticas fabricadas antes de 1979 contienen bifenilos policlorados (PCB) en el dieléctrico de sus condensadores. Reciclar es la mejor manera de deshacerse de la balastra magnética. El proceso permite la reutilización de alambres de cobre y aluminio, láminas de acero y cajas de acero, y elimina los condensadores y el compuesto de relleno como desechos peligrosos en los incineradores de alta temperatura.

A medida que fallan las balastras electrónicas, los gerentes deben tratarlas como desechos electrónicos. Muchos recicladores de lámparas y balastras están expandiendo sus negocios y están certificados para aceptar desechos electrónicos. Ahora, algunos recicladores aceptan lámparas y balastras electrónicas.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

RESUMEN

En conclusión, hemos discutido varios elementos para desarrollar un enfoque sostenible para mantener los sistemas UV-C en condiciones diseñadas. Una decisión clave será si se debe mantener el UV-C con el personal interno, donde un mantenimiento riguroso puede extender la vida útil de las lámparas más allá de las 9000 h del reabastecimiento anual. Esto puede hacerse; sin embargo, requiere dedicación y una supervisión estricta para que este enfoque funcione. Si el personal interno se limita a llevar a cabo este riguroso mantenimiento, la limpieza de rutina trimestral y las mediciones semestrales podrían ser un enfoque adecuado con un reabastecimiento anual de todos los dispositivos. El otro enfoque es contratar una empresa para realizar el mantenimiento del servicio UV-C.

La medida de proceso para UV-C es la funcionalidad continua del sistema de mezcla de aire UV-C de planta alta a lo largo del tiempo. Se debe integrar en las medidas generales de la instalación. La funcionalidad se medirá en función del mantenimiento y la operación en la salida y seguridad diseñadas. En un sistema de supervisión y evaluación más grande, basado en la jerarquía de controles, UV-C podría estar vinculado a infecciones reducidas en la instalación.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

REFERENCIAS

ACGIH. (2017). *TLVs® and BEIs®*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH. ASHRAE. (2017). *ASHRAE Handbook HVAC Applications*, Chapter 60, Ultraviolet Air and Surface Treatment.

CDC. (2005). Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care settings. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)* 37-38, 70-75.
CIE. (2011). *International Lighting Vocabulary*. Commission Internationale de L'Eclairage, Vienna.

Escombe AR. DAJ Moore, RH Gilman, M Navincopa, E Ticona, *et al.* (2009). Upper--Room Ultraviolet Light and Negative Air Ionization to Prevent Tuberculosis Transmission. *PLoSMed* 6(3)): e1000043. doi:10. 1371/journal.pmed.1000043.

First MW, K Banahan, TS Dumyahn. (2007b). Performance of ultraviolet light germicidal irradiation lamps and luminaires in long-term service. *Leukos* 3:181-188.

First MW, SN Rudnick, KF Banahan, RL Vincent, PW Brickner (2007a). "Fundamental Factors Affecting Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation--Part 1. Experimental". *J Occup Environ Hyg.* **4**: 1-11.

First MW, RA Weker, S Yasui., EA Nardell (2005). Monitoring human exposures to upper-room germicidal ultraviolet irradiation. *J Occup Environ Hyg.* 2: 285-92.

Miller SL. (2015). Upper room germicidal systems for air disinfection are ready for wide implementation. *Editorial*, *Am J Resp Crit Care Med* **192**;4:407-408.

Mphahlele M, AS Dharmahikari, PA Jensen, SN Rudnick, TH van Reenen, MA Pagano, W Leuschner, TA Sears, SP Milonova, M van der Walt, AC Stoltz, EA Nardell. (2015). Institutional Tuberculosis Transmission: Controlled trial of upper room ultraviolet air disinfection – A basis for new dosing guidelines. *Am J Respir Crit Care Med.* 192(4):477-84. doi: 10.1164/rccm.201501-0060OC.

Nardell EA, SJ Bucher, PW Brickner, C Wang, RL Vincent, K Becan-McBride, MA James, M Michael, Wright JD. (2008). Safety of upper-room ultraviolet germicidal air disinfection for room occupants: results from the Tuberculosis Ultraviolet Shelter Study. *Public Health Rep*. 2008;123(1):52-60. Disponible en:
http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2099326&tool=pmcentrez&rendertype=abstract.

Nardell E, R Vincent, DH Sliney. (2013), Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) for Air Disinfection: A Symposium in Print. *Photochemistry and Photobiology*, 89: 764–769. doi: 10.1111/php.12098*This research was supported by a Fogarty International Center training grant, 1D43TW009379, Testing Novel Interventions to Protect Workers from Airborne Infections, (P.I., E. Nardell).

NIOSH. (1972). *Criteria for Recommendation of Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation.* http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/7311009a.pdf .

NIOSH, editor. (2009) *Environmental Control of Tuberculosis: Basic Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings*. U.S. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH).

Reed N, S Wengraitis (2012) Ultraviolet spectral reflectance of ceiling tiles with special emphasis on implications for the safe use of upper-room ultraviolet germicidal irradiation. *Photochem*. Photobiol.88(6), 1480–1488.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

Reed NG. (2010). The History of Ultraviolet Germicidal Irradiation for Air Disinfection. *Public Health Reports*, *125*(1), 15–27.

Riley RL, M Knight, G Middlebrook. (1976). Ultraviolet susceptibility of BCG and virulent tubercle bacilli. *Am Rev Respir Dis* 113:413–418.

Rudnick SN, MW First (2007). Fundamental Factors Affecting Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation—Part II. Predicting Effectiveness. J Occup Environ Hyg.; 4: 352-362.

Sliney DS (2013). Balancing the risk of eye irritation from UV-C with infection from bioaerosols. *Photochem and Photobio*, 89:770-776.

Singh T, P deJager, M Poulta, T van Reenen, A Stoltz (2015) GUV Disinfection of Room Air: An Evidence Based Guideline for Design, Implementation and Maintenance. Discussion Version 6.1 http://www.tb-ipcp.co.za/downloads/tb-ic_Seminar/11.pdf

Xu P, J Peccia, P Fabian, S Miller (2003). Efficacy of ultraviolet germicidal irradiation of upper-room air in inactivating bacterial spores and Mycobacteria in full-scale studies. *Atmospheric Environment* 37 (2003) 405–419.

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización

¿Sabía que "los bioaerosols representan una porción mayor del problema de IAQ que cualquier otra cosa?" - Dr. Harriet Burge, investigadora científica de la industria de HVAC.
¿Sabía que uno necesitaría una exposición diaria de 5 horas a los rayos UV-C durante 300 años para causar cáncer de piel? La UV-B es más peligrosa para el carcinoma o el melanoma.
¿Sabía que la ciencia aún no ha encontrado un microorganismo que sea totalmente inmune a los efectos destructivos de los rayos UV-C?
¿Sabías que es el gas argón en una lámpara UV el que produce el color azul? Hace lo mismo en una lámpara de eliminación de errores para atraerlos.
¿Sabía que la mayoría del moho y la tuberculosis nunca mueren sino que permanecen inactivos? Esta es la razón principal por la que la ciencia quiere que el microbio de la TB esté expuesto a los rayos UV-C, ya que lo destruye permanentemente.
¿Sabía que después de un número significativo de pruebas, los investigadores siempre pueden cultivar varios microbios en los medios de los filtros de aire tratados con antimicrobianos?
¿Sabía que el microbio más difícil de matar puede destruirse fácilmente en menos de un segundo utilizando adecuadamente la lámpara UV-C más barata disponible?
¿Sabías que "Battelle" fue capaz de matar la espora de Bacillus más difícil de matar a 6-9 de eficiencia en una corriente de aire en movimiento de 500 pies por minuto! El ántrax no es problema.
¿Sabía que la UV-C convierte la materia orgánica directamente en gas y vapor al romper los enlaces químicos y no produce calor al hacerlo?
¿Sabía que el ángulo de reflexión incidente de todas las superficies, excepto una superficie perfectamente pulida, cuando se golpea con la longitud de onda de “¼” micras (“C”) de los rayos UV es impredecible?
¿Sabía que el moho se encuentra en la parte inferior de la cadena alimentaria, por lo que su proceso de digestión se denomina categoría de descomposición?
¿Sabías que los microbios son realmente ubicuos? Un microbio identificable de algún tipo conocido, en alguna forma de "latencia", se puede encontrar casi en cualquier lugar.
¿Sabía que el mercurio de la lámpara UVC se vaporiza en su plasma de argón de baja presión para ser golpeado por electrones? que produce los deseables fotones germicidas de 253.7 nm.
¿Sabía que la micotoxina llamada aflatoxina proviene del moho Aspergillus flavus y es aproximadamente 1000 veces más cancerígena que la siguiente sustancia más cancerígena?

Derechos reservados de Synertech prohibida su divulgación sin previa autorización