

Fundamentos de Intemperismo en el laboratorio

Q-Lab Corporation
Xperto Integral Systems

[Vea video de presentación con audio](#)

Informativo

Recibirás un correo electrónico de seguimiento de info@email.q-lab.com con enlaces a una encuesta, registro para futuros seminarios web y para descargar las diapositivas.

- Nuestros seminarios web archivados están alojados en: q-lab.com/webinars
- ¡Utilice la función de **Q&A feature in Zoom (preguntas y respuestas en Zoom)** para hacernos preguntas hoy!



We make testing simple.



Thank you for attending our webinar!

We hope you found our webinar on *Essentials of Laboratory Weathering* to be helpful and insightful. The link below will give you access to the slides and recorded webinar.

You can help us continue to provide valuable and high quality content by completing our [3-question survey](#) about your webinar experience. Every piece of feedback is carefully reviewed by a member of our team.

De que hablaremos hoy

- Conceptos básicos de intemperismo
- ¿Por qué realizar pruebas de intemperismo en el laboratorio?
- Prueba de intemperismo en el laboratorio
- Xenón
- UV fluorescente
- Elementos de un programa de pruebas efectivo

De que hablaremos hoy

- **Conceptos básicos de intemperismo**
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- Prueba de intemperismo en el laboratorio
- Xenón
- UV fluorescente
- Elementos de un programa de prueba efectivo

¿Qué es el intemperismo?

Cambios en las propiedades del material como resultado de la exposición a la energía radiante presente en la luz solar en combinación con el calor (incluidos los ciclos de temperatura) y el agua en sus diversos estados, principalmente como humedad, rocío y lluvia.

Las fuerzas de la intemperie conocen a tu enemigo

- Luz del sol
- Calor
- Agua



** Otros factores también pueden afectar el intemperismo, pero hoy no nos centraremos en ellos*

Luz solar

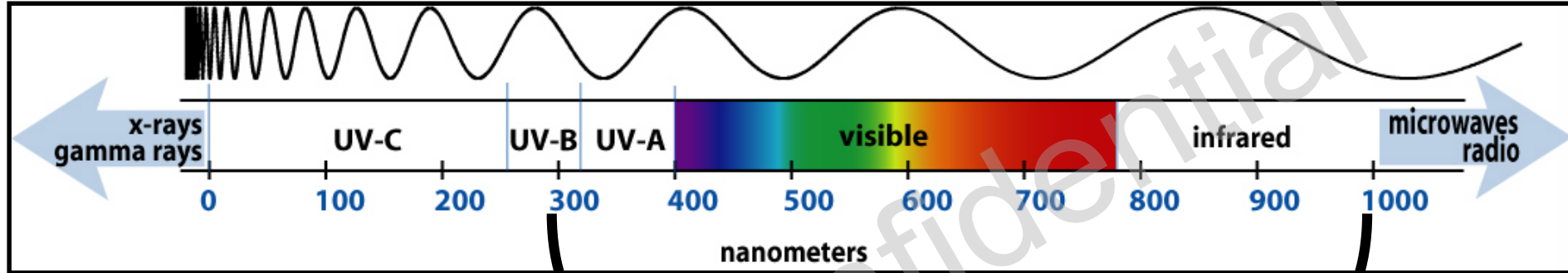


Q-Lab Confidential

Luz solar

- Una forma de energía
- Radiación electromagnética
- Generalmente se describe en términos de irradiación y longitud de onda (λ)

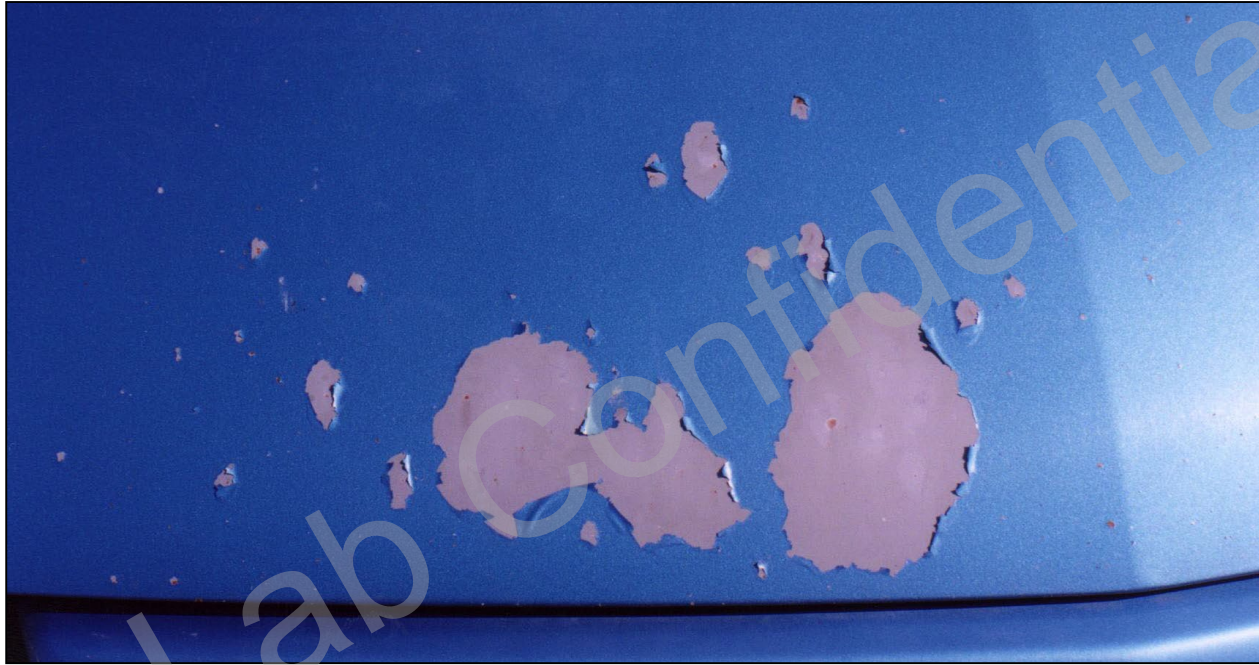
Espectro electromagnético



Luz del sol

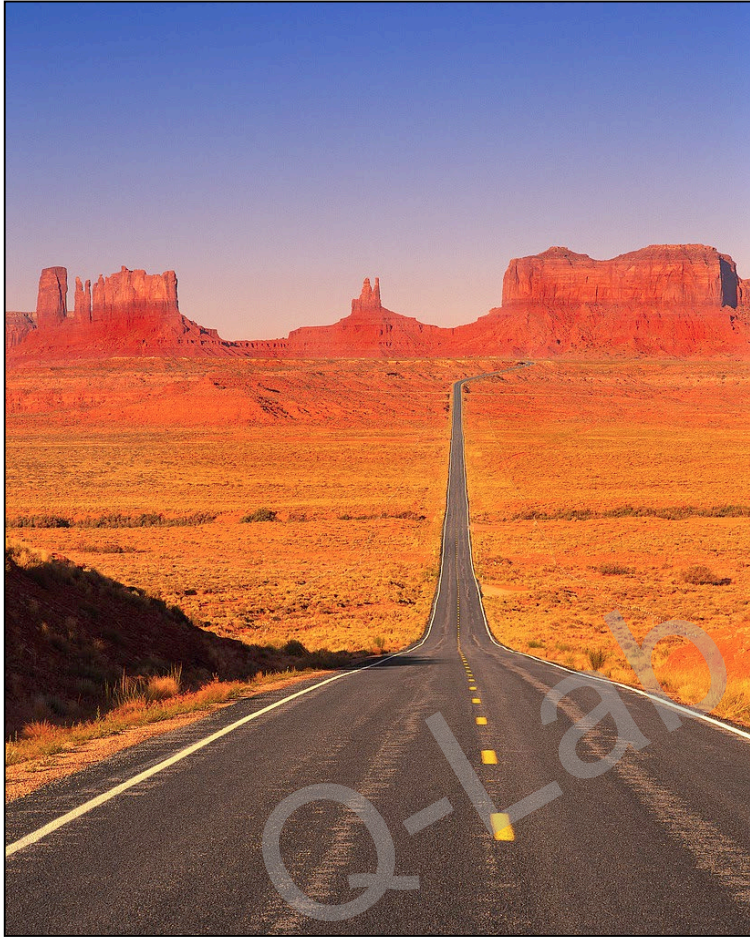
UV	295-400 nm	~7%
Visible	400-800 nm	~55%
IR	800-3000 nm	~38%

Aunque es solo el 7% de la energía radiante total de la luz solar ...



¡La radiación UV causa prácticamente toda la degradación del polímero!

Irradiación



Irradiación¹ es la velocidad a la que la energía de la luz cae sobre una superficie, por unidad de área

[W/m²] o [J/s·m²]

Irradiación de exposición¹ (o dosis radiante) es la irradiación durante un período de tiempo

[J/m²] o [W·s/m²]

Irradiación espectral² es la irradiación de una superficie por unidad de longitud de onda

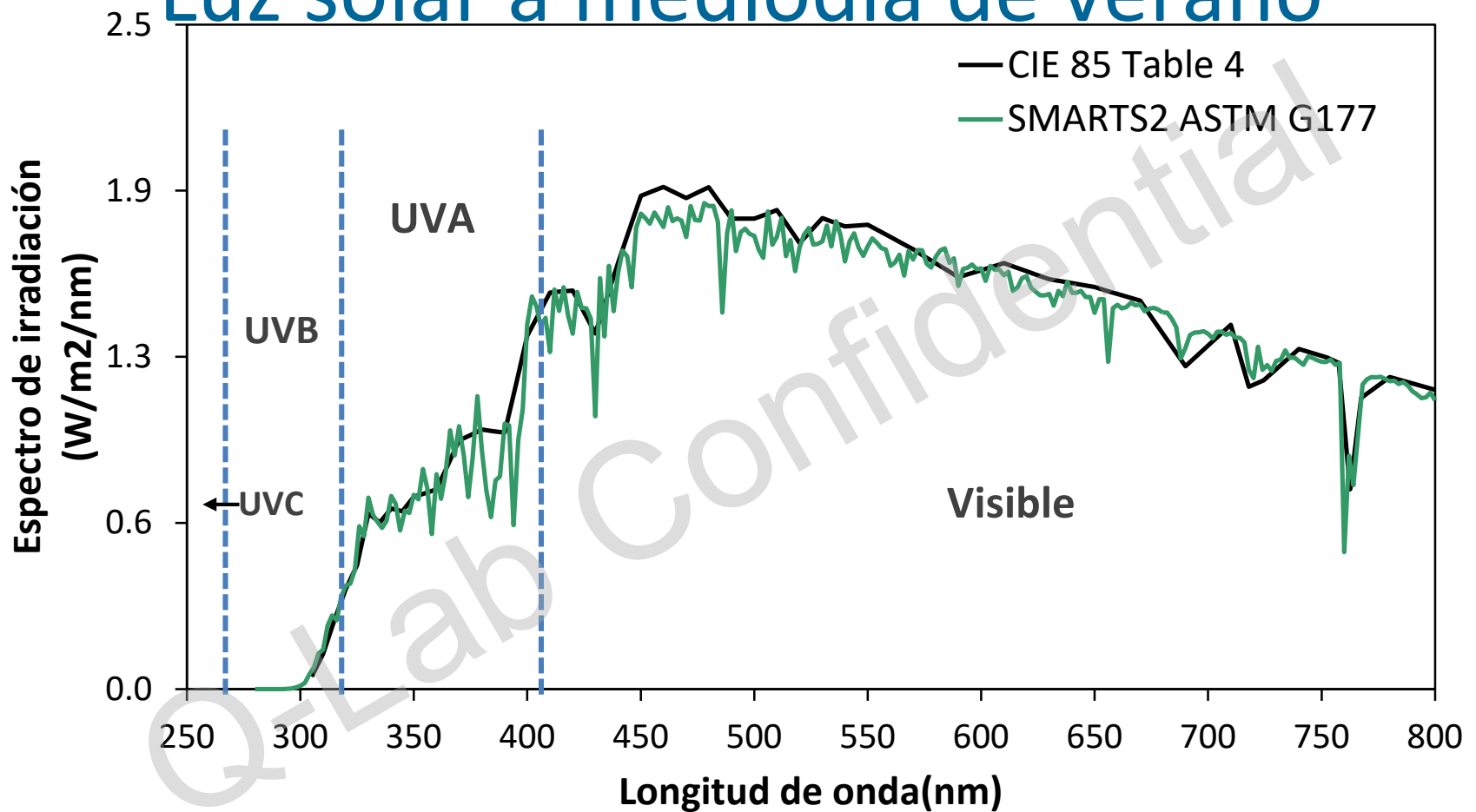
[W/m²/nm]

¹ASTM G113 –Terminología

²ISO 9288 – Cantidades físicas y definiciones

Distribución de energía espectral (SPD)

Luz solar a mediodía de verano



SPD: La potencia radiante absoluta o relativa emitida por una fuente, incide sobre un receptor en función de la longitud de onda. (ASTM G113)

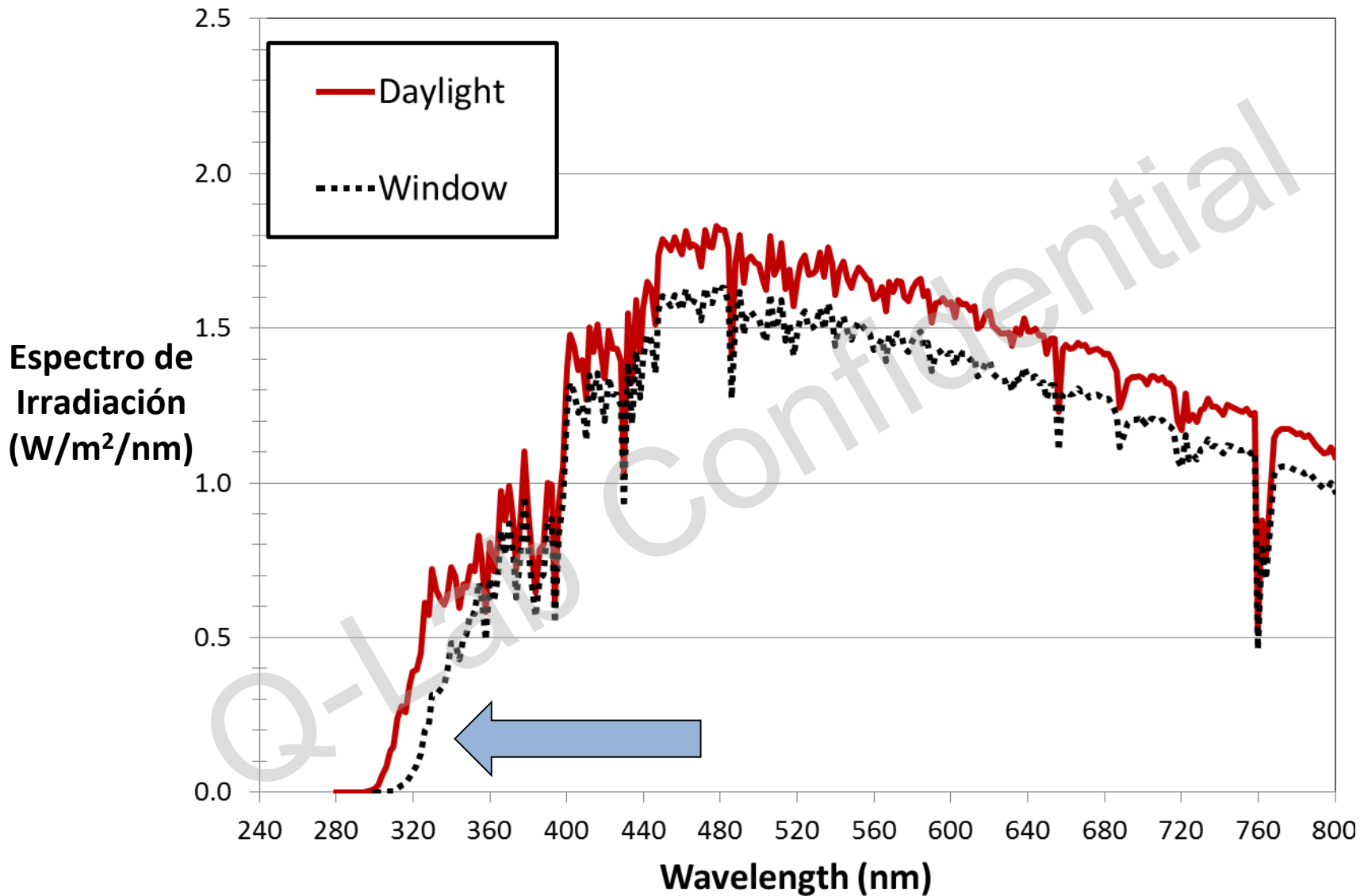
Modificadores de Espectro



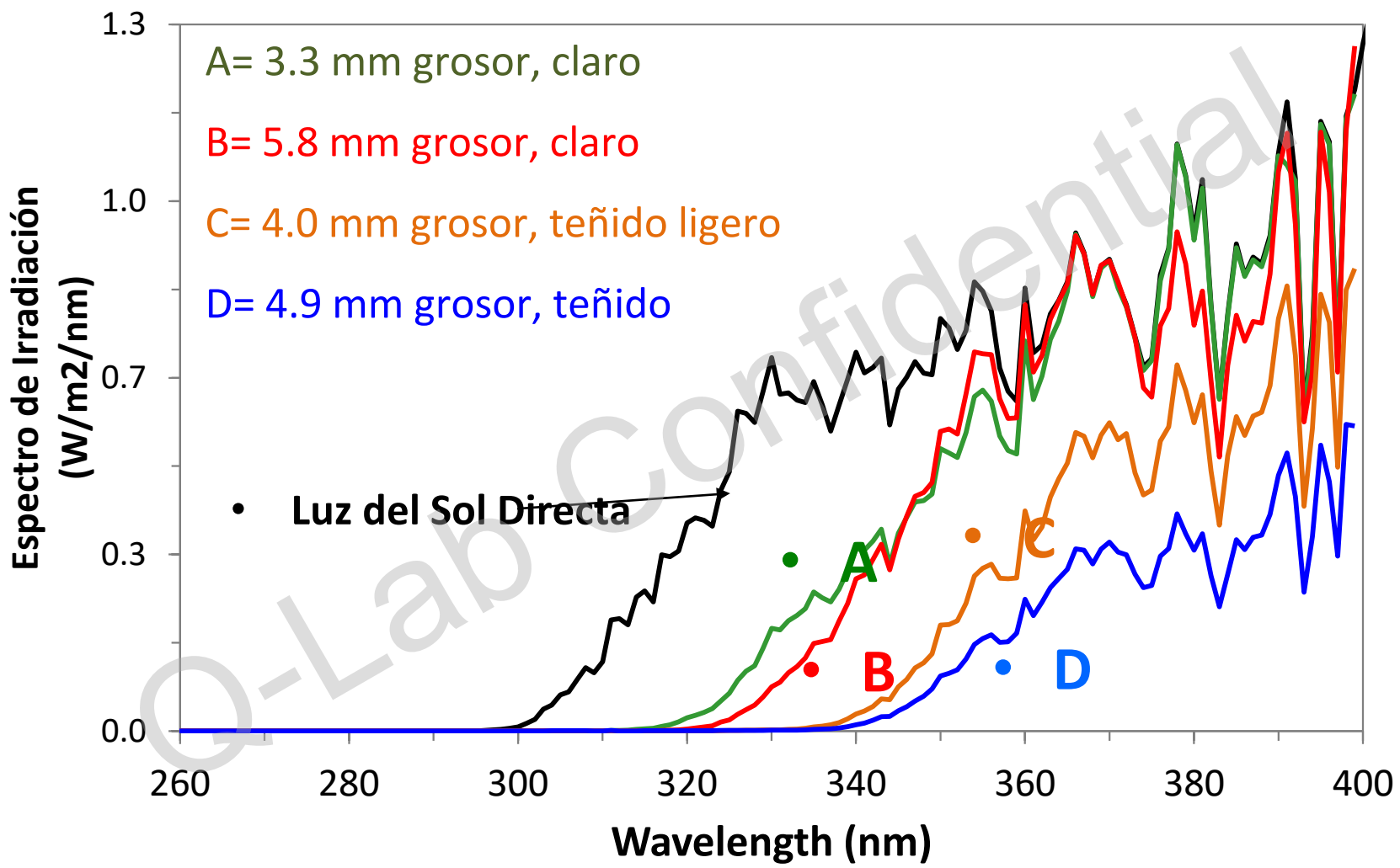
Ángulo del sol

- Época del año (por ejemplo, verano)
- Hora del día (p. Ej., Mediodía)
- Latitud
- Altitud

Luz del sol a través del cristal de la ventana



Luz solar a través del vidrio del automóvil



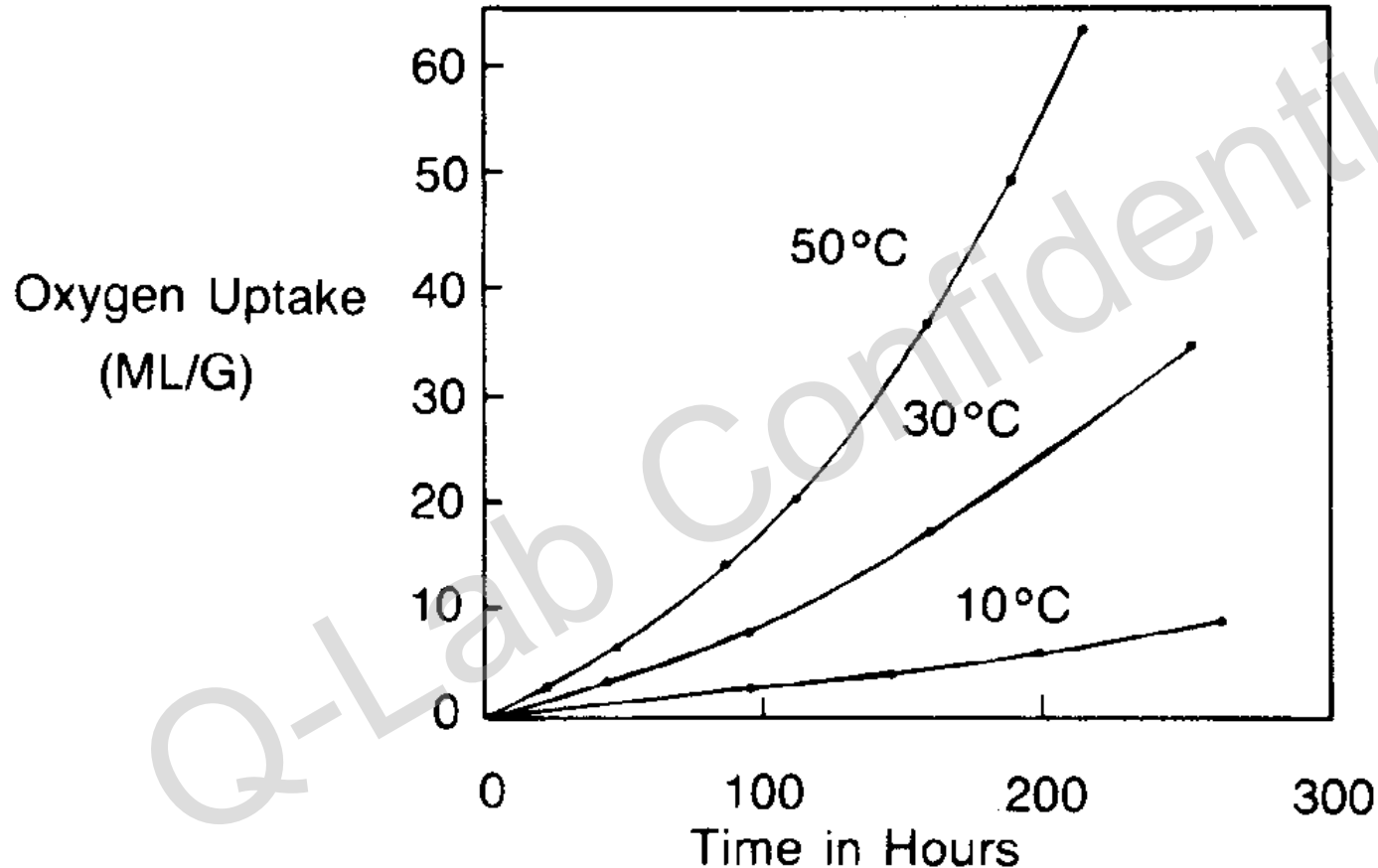
Calor



Efectos del calor

- Temperatura de muestra elevada
- Cambio dimensional
- Evaporación
- Envejecimiento térmico
- Ciclos térmicos

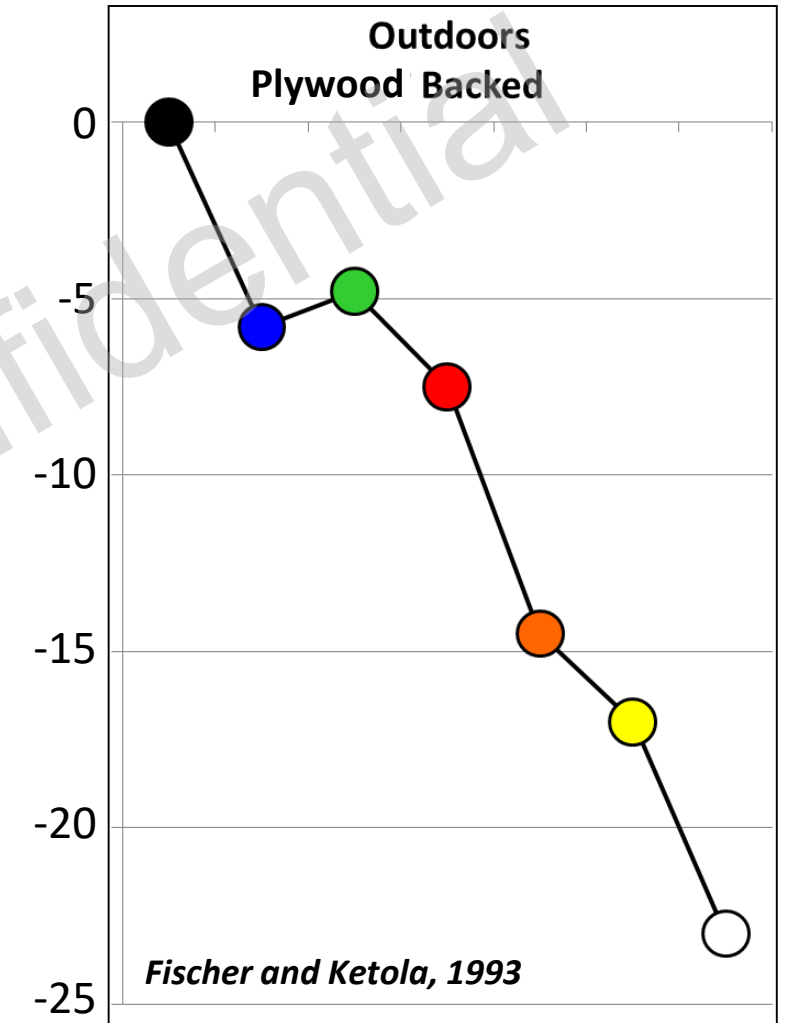
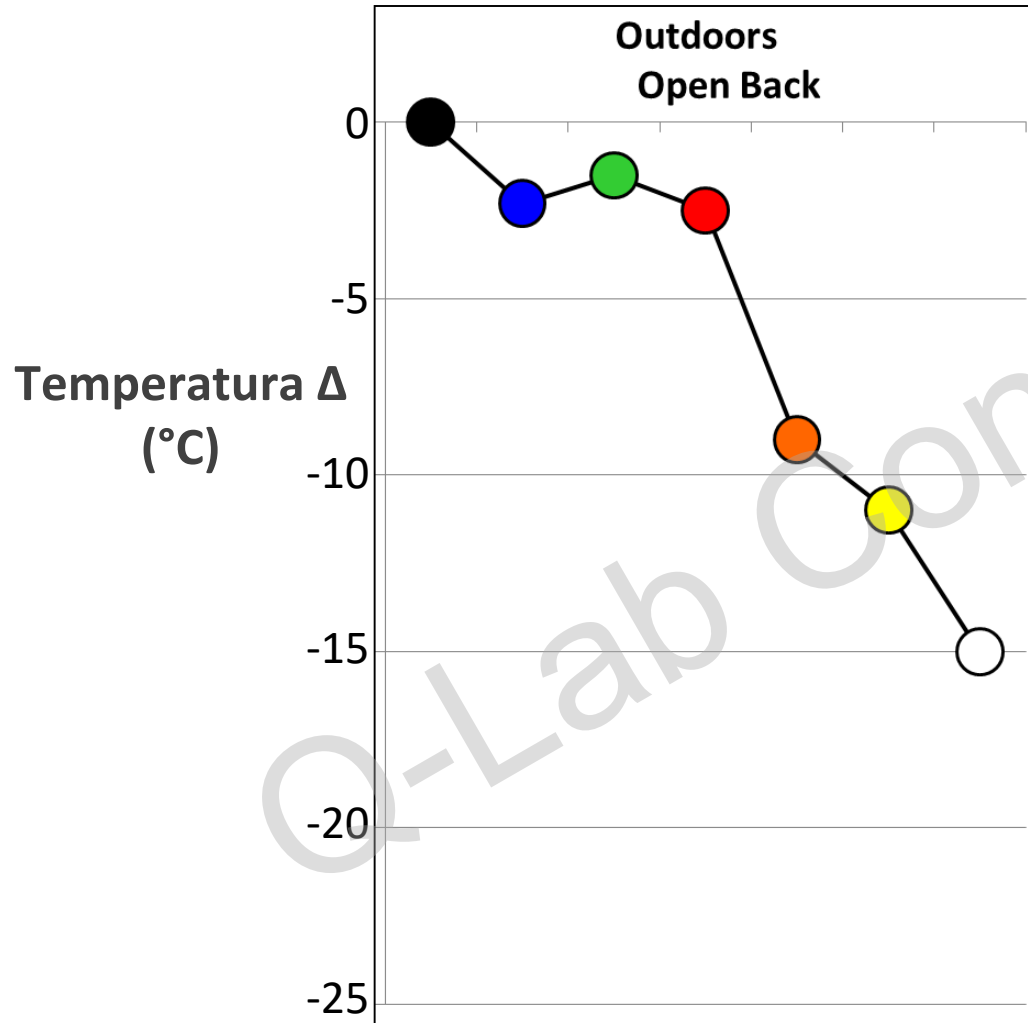
Efecto de la temperatura: tasa de oxidación del polietileno



*Time In Hours Exposed to UV lamps

Temperatura y color

¡Los colores más oscuros tienen temperaturas más altas!

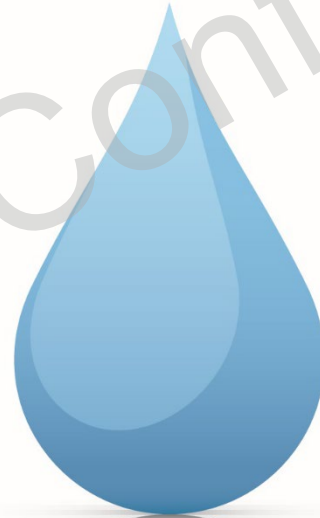


Calor detrás de un parabrisas



La temperatura de los componentes interiores del automóvil pueden superar los 100° C

Agua



Efectos principales del agua

Reacciones químicas

Reacciones en solución

Facilita la reacción a través del aumento en el transporte de oxígeno.

Efectos físicos

Erosión

Absorción / congelación-descongelación

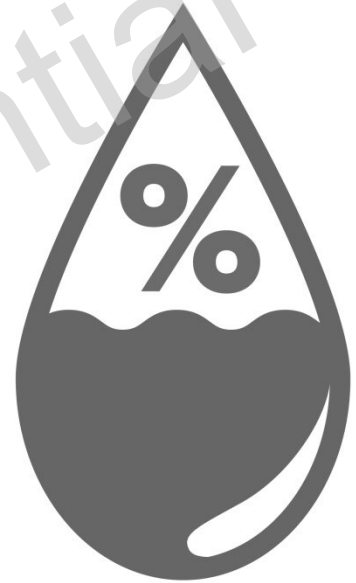
Choque térmico

Impacto (pérdida de material)



Humedad

- **Medida de la cantidad de agua en el aire**
- Puede provocar estrés físico
- La Humedad puede afecta a los productos tanto en interiores como exteriores
- A menudo se expresa como humedad relativa %RH (RH siglas en inglés), donde el 100% es la mayor cantidad de agua que puede contener el aire a una temperatura determinada.



Lluvia

- **Efectos de superficie**

Lavado de capas superficiales

Tiza

Eliminación de la suciedad

- **Choque térmico**



Rocío

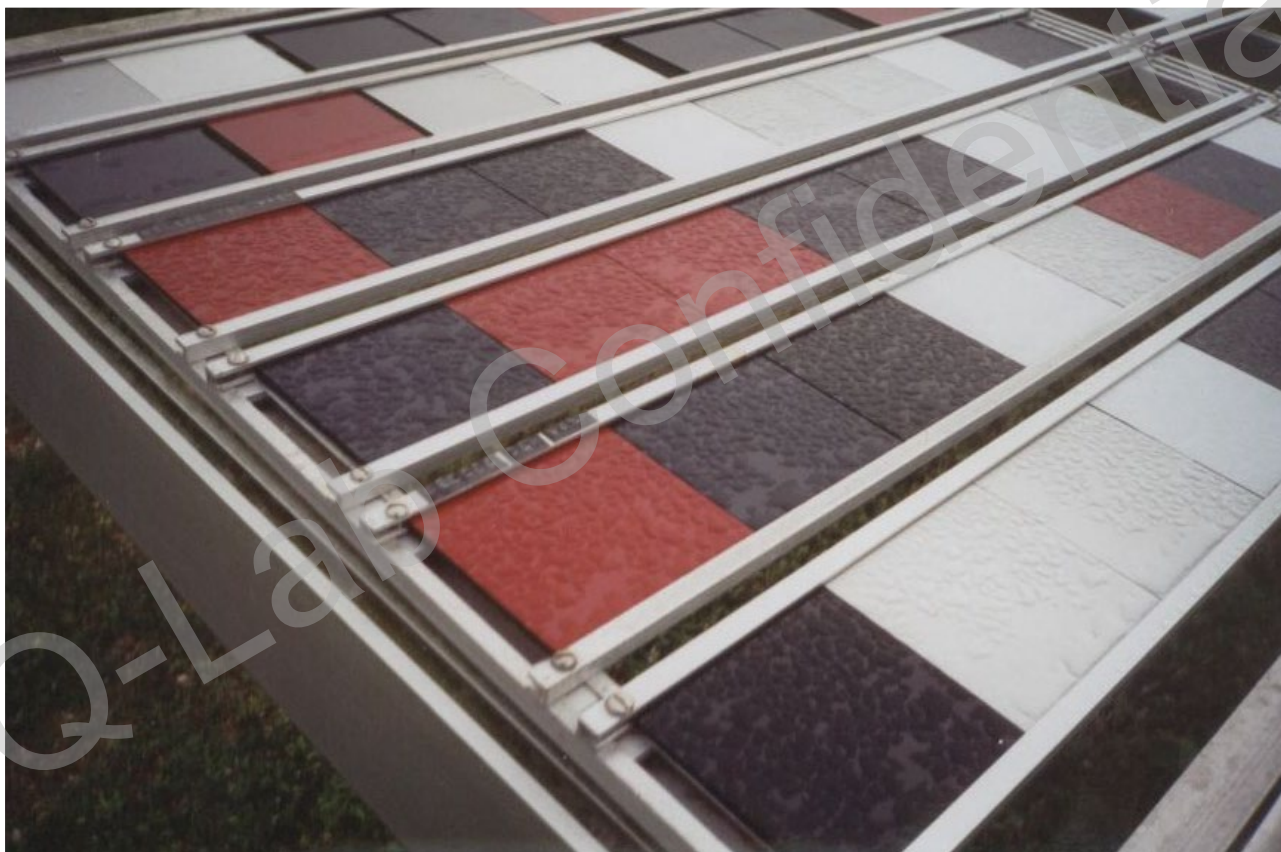


Humedad de la atmósfera que se forma en forma de pequeñas gotas sobre cualquier superficie fría.

Alto en concentraciones de O_2

Largo tiempo de permanencia

¡El rocío, no la lluvia, es la fuente de la mayor humedad exterior!



¡El rocío, no es simulado en muchos de los ensayos de intemperismo acelerado en laboratorio!



No hay que subestimar el efecto de la humedad

- Cambia la tasa de degradación.
- Altera el modo de degradación.
- Es difícil de acelerar.

El intemperismo incluye efectos sinérgicos entre estos factores.

Resumen: Fuerzas de intemperismo

Luz del sol

- La luz UV causa prácticamente toda la degradación del polímero.
- Pequeños cambios en la formulación y / o espectro del material pueden tener grandes efectos en la degradación del material.

Calor (temperatura)

- Luz solar + calor = mayor tasa de degradación
- El color de un material afecta fuertemente el calor que recibirá a la luz solar.

Agua (humedad)

- Luz solar + calor + agua = intemperismo
- El rocío, no la lluvia, es la fuente de mayor humedad exterior.
- Los productos al aire libre están mojados mucho más tiempo de lo que piensas

El intemperismo incluye efectos sinérgicos entre estos factores.

De que hablaremos

- Conceptos básicos de intemperismo
- **¿Por qué realizar intemperismo de laboratorio?**
- Prueba de intemperismo de laboratorio

Xenón

UV fluorescente

- Elementos de un programa de prueba efectivo

Por qué probar?

- Cumplir con las especificaciones
- Evitar catástrofes
- Mejora tu reputación
- Verificar reclamos de proveedores
- Mejora la durabilidad del producto
- Ahorre en costos de material
- Expandir líneas de productos existentes
- Ingrese a nuevos mercados
- Supera a la competencia
- Manténgase a la vanguardia de las regulaciones

Las pruebas de laboratorio son una herramienta para la toma de decisiones direccionales

Las pruebas aceleradas de laboratorio pueden ayudarlo en:

- Tomar mejores decisiones y/o más rápidas.
- Reducir el riesgo de tomar malas decisiones
- Reduce el riesgo de tomar decisiones demasiado lento.

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa / No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definida• Corto	Especificación de material

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa / No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definida• Corto	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa / No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definida• Medio - Largo	Material de referencia o especificación

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Corto 	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Medio-Largo 	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none"> • Abierto • Medio 	Exposición natural (sitio de referencia)

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Corto 	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Medio-Largo 	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none"> • Abierto • Medio 	Exposición natural (sitio de referencia)
Predictivo	Vida de servicio Factor de aceleración	<ul style="list-style-type: none"> • Abierto • Largo 	Exposición natural (entorno de servicio)

¿Qué es intemperismo natural?

Exposición al aire libre de materiales a la luz solar, cuyo propósito es evaluar los efectos de los factores ambientales en diversos parámetros funcionales y decorativos de interés.

Sitios de intemperismo de referencia mundial:

- Sur de Florida (subtropical)
 - Arizona (desierto seco)
- Medio Oeste (Industrial del Norte)

¿Por qué es importante el intemperismo natural?

- El intemperismo natural es más complejo que el intemperismo artificial (de laboratorio).
- Las pruebas de laboratorio aceleradas no siempre son realistas.
- La precisión de las pruebas de laboratorio siempre se deben verificar mediante pruebas al aire libre.
- Las pruebas de intemperismo en exteriores crean una biblioteca de datos muy valiosos y a bajo costo.

De que hablaremos

- Conceptos básicos de intemperismo
- ¿Por qué realizar intemperismo de laboratorio?
- **Métodos de prueba de intemperie de laboratorio**
 - Xenon
 - UV Fluorescente
- Elementos de un programa de prueba efectivo



Intemperismo de laboratorio Arco de Xenón

Q-Lab Confidential

Equipos de Arco de Xenon Q-SUN

Xe-1



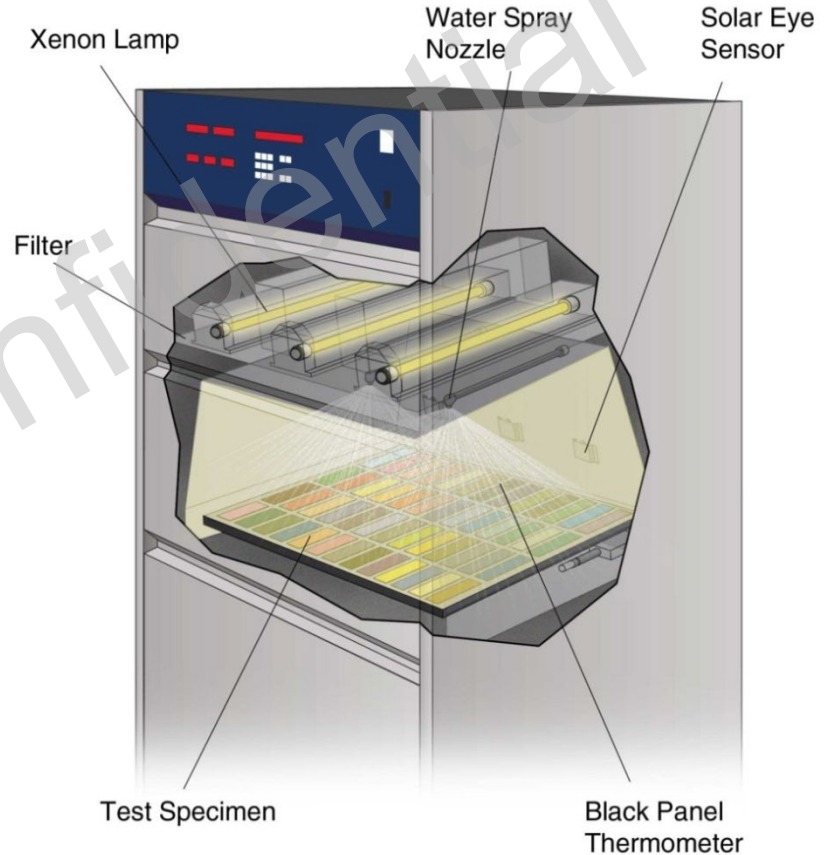
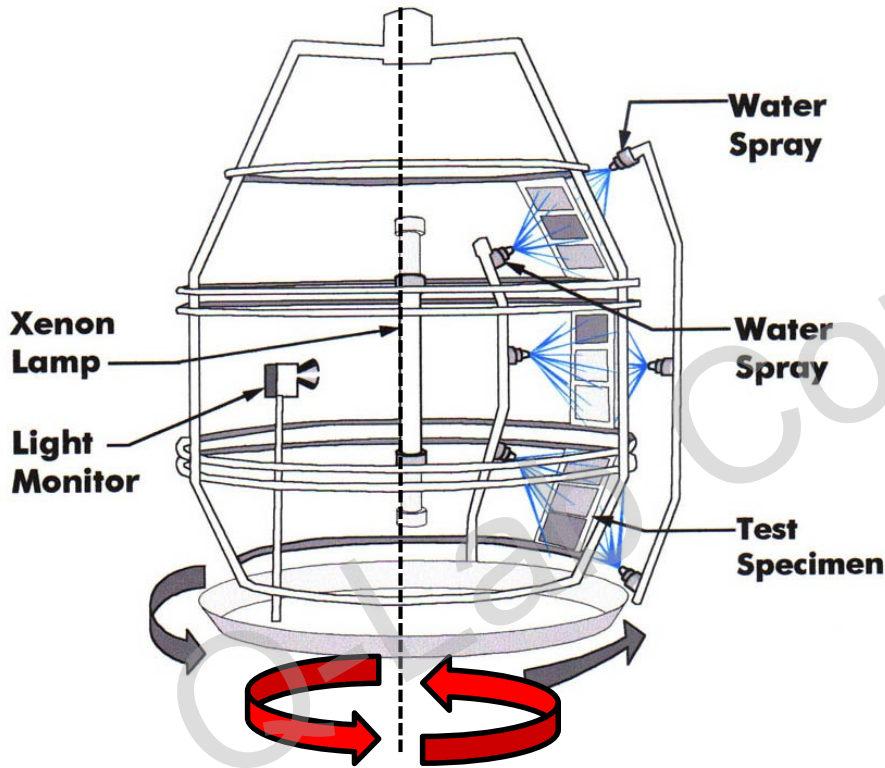
Xe-2



Xe-3



Tipos de equipos de Arco de Xenon



Lámparas de arco de xenón

Enfriada por
aire



Enfriado por agua



Ensamble
enfriada por
agua



Descripción general de los filtros

- Luz de Día
- Ventana
- UV extendida

Tambor giratorio
"linterna"

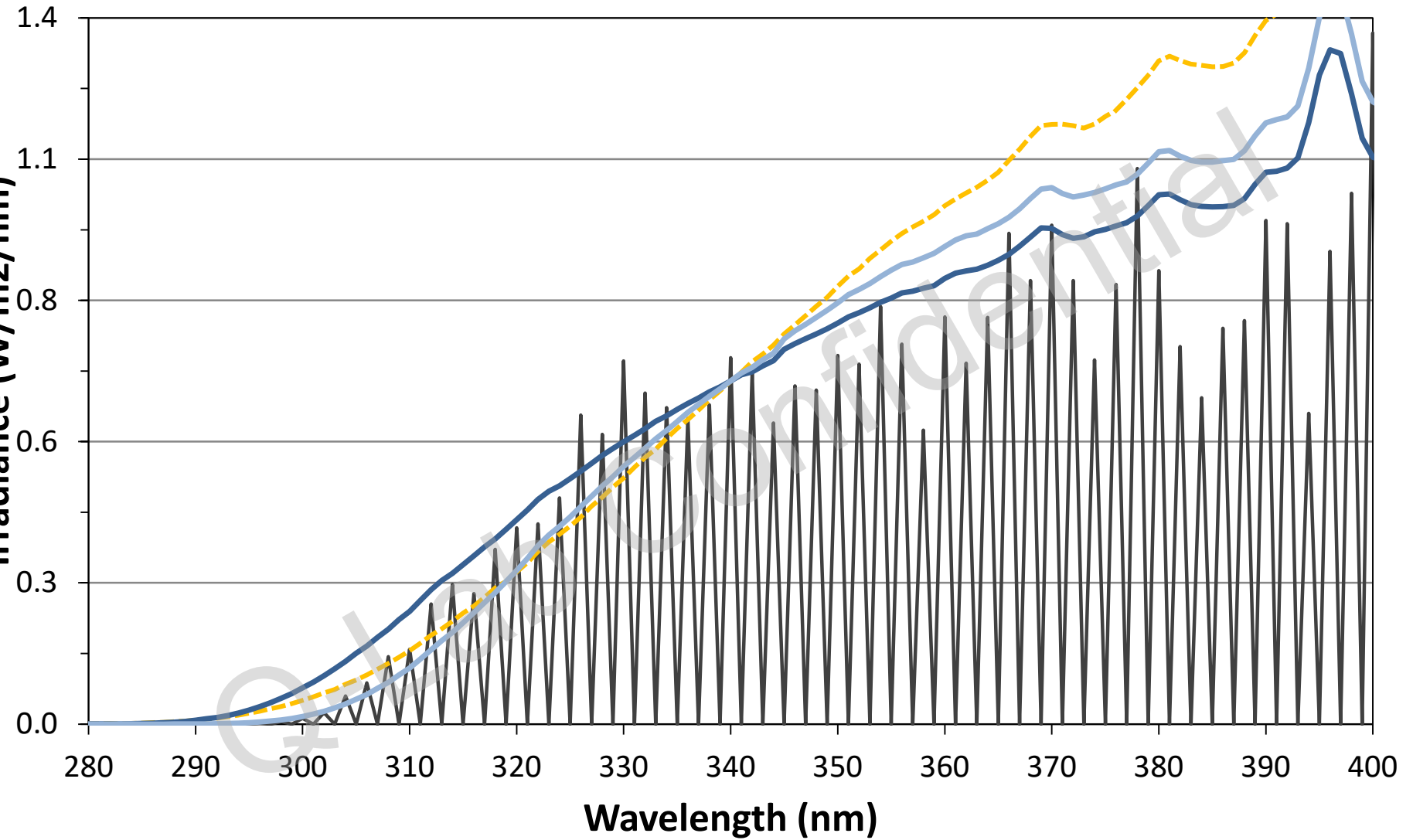


Filtro plano

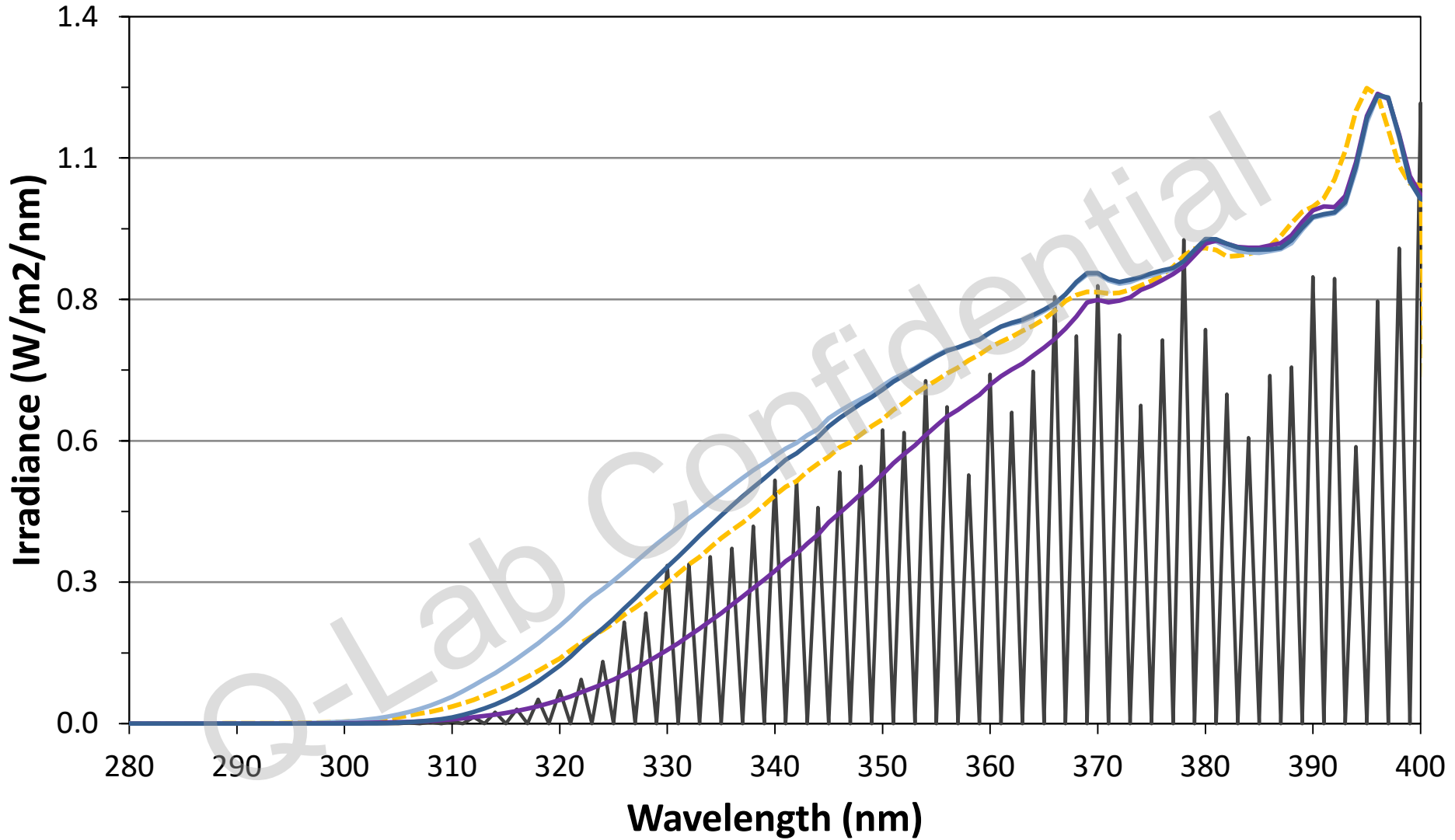


**Otros filtros especializados son utilizados ocasionalmente.*

Comparación del filtro de luz diurna



Comparación de filtro de ventana



Envejecimiento del filtro óptico enfriamiento por agua vs enfriamiento por aire

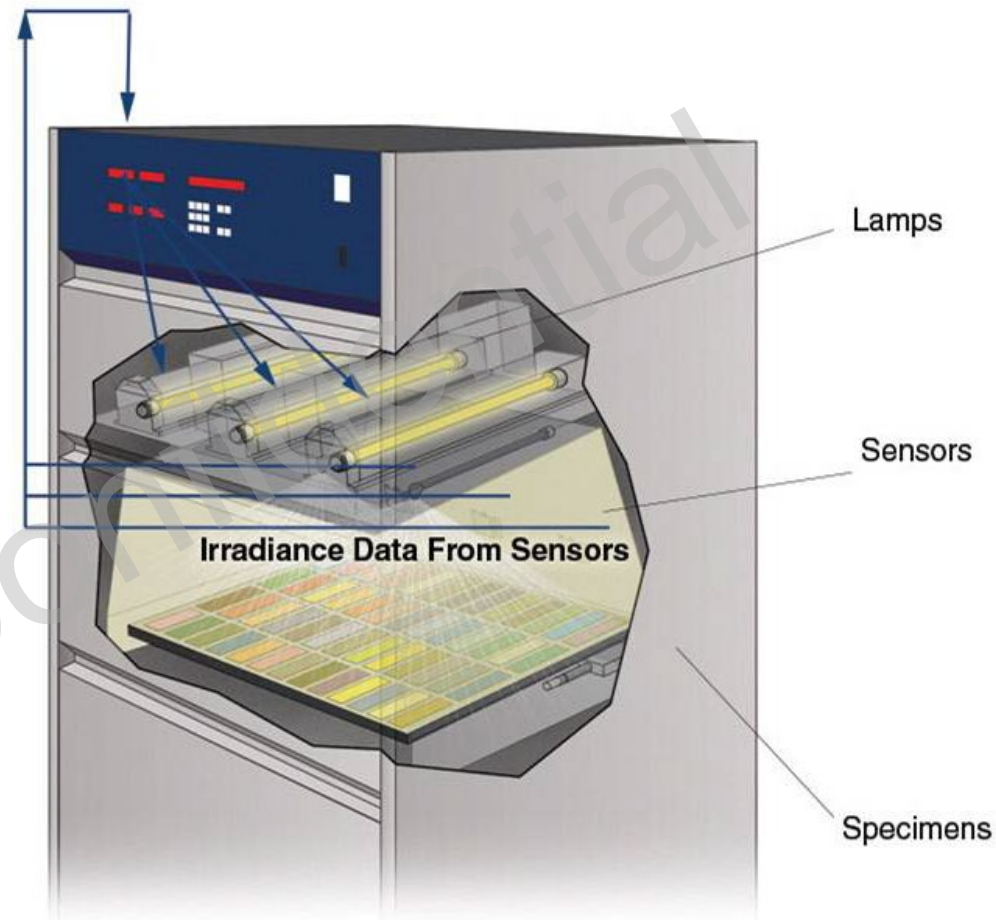
- Los filtros para sistemas de lámparas refrigeradas por agua deben reemplazarse cada 400-2000 horas.
 - Los contaminantes, incluso en agua desionizada, reducen la transmisión del filtro con el paso del tiempo
- La mayoría de los filtros para sistemas de lámparas enfriadas por aire no envejecen o no necesitan ser reemplazados

Control de irradiación Q-SUN SOLAR EYE

Control de retroalimentación

- Lámpara de arco de xenón
- Sensor de luz
- Módulo de control

La longitud de onda a la que se controla la irradiación se denomina **Punto de control**



Opciones de puntos de control de irradiancia

Banda estrecha

- 340 nm
- 420 nm

Banda ancha

Total UV TUV (300-400 nm)

- Global (300-800 nm) – no recomendado
 - Longitudes de onda más cortas causan más fotodegradación
 - No tiene en cuenta el envejecimiento de la lámpara de xenón

¿Porqué es importante la elección del punto de control?

- Las lámparas de Xenon envejecen con el uso.
- El cambio espectral limita la vida útil de la lámpara.
- El control de la irradiancia en la región de **longitud de onda de interés** maximiza la respetabilidad y reproducibilidad.

Control de temperatura del panel negro

- Más común en pruebas estandarizadas.
- Temperatura máxima aproximada de la superficie de la muestra.
- Se puede usar en combinación con el sensor y control de temperatura del aire de la cámara.

Sensores de temperatura de panel negro

Panel	Construcción	ASTM Designación	ISO Designación
	<p>Acero inoxidable pintado negro</p>	<p>Panel negro sin aislar</p>	<p>Panel negro</p>
	<p>Acero inoxidable pintado en negro montado en PVDF blanco de 0.6 cm</p>	<p>Panel negro aislado</p>	<p>Estándar negro</p>

* Las versiones de panel blanco de lo anterior están disponibles pero son mucho menos utilizadas

Para ***maximizar*** la aceleración, use el máximo de la temperatura de servicio.

Para ***minimizar*** el error, no exceda el máximo de la temperatura de servicio

Control de temperatura del aire de la cámara

- Requerido por ciertos métodos de prueba
- Necesario para el control de la humedad relativa (HR)
- El sensor debe estar protegido de la luz.
- La temperatura BP siempre es más alta que la temperatura del aire de la cámara al absorber el calor radiante

Control de humedad relativa

- Requerido por muchos métodos de prueba
- Textiles
- Automotriz (SAE)
- Muchos equipos de xenón pueden generar y controlar la humedad relativa
 - Sistema tipo boiler
 - Sistema nebulizador
 - Para muchos materiales duraderos, el %HR hace muy poca diferencia en comparación con el “Spray” y la condensación.

Arco de xenón

Spray de Agua

Spray frontal

- Método primario de suministro de agua.
- Técnica de calibración para spray frontal desarrollada recientemente (ASTM D7869)

Spray trasero

- Resultado de un experimento fallido destinado a generar condensación; persiste en algunos estándares

Spray doble

- Para entregar una segunda solución, p. lluvia ácida, jabón

Immersion (Ponding)

- Alternativa al spray frontal solicitado en algunos estándares



Resumen del arco de xenón

- La mejor simulación de luz solar de espectro completo
- Las lámparas experimentan envejecimiento (efecto fulcro)
- Efectos de temperatura
- Spray de agua y control de HR
- Costo adicional, mantenimiento y complejidad en comparación con los equipos luz UV fluorescentes



Intemperismo de laboratorio UV fluorescente

Q-Lab Confidential

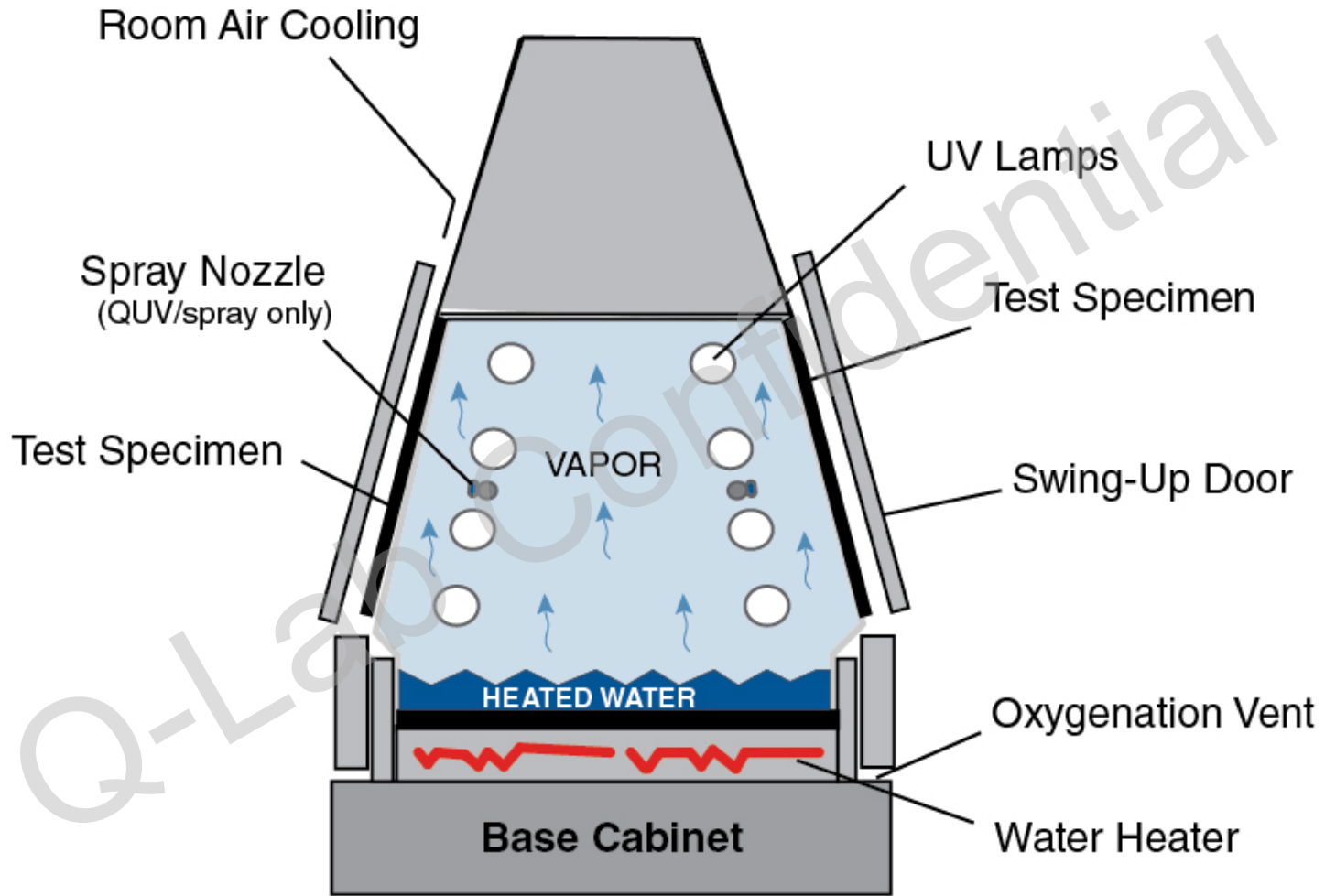
De lo que hablaremos

- Conceptos básicos de meteorización
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- **Prueba de intemperismo en el laboratorio**
 - Xenón
 - **UV fluorescente**
- Elementos de un programa de prueba efectivo

QUV Equipo de Intemperismo Acelerado



Esquema fluorescente UV



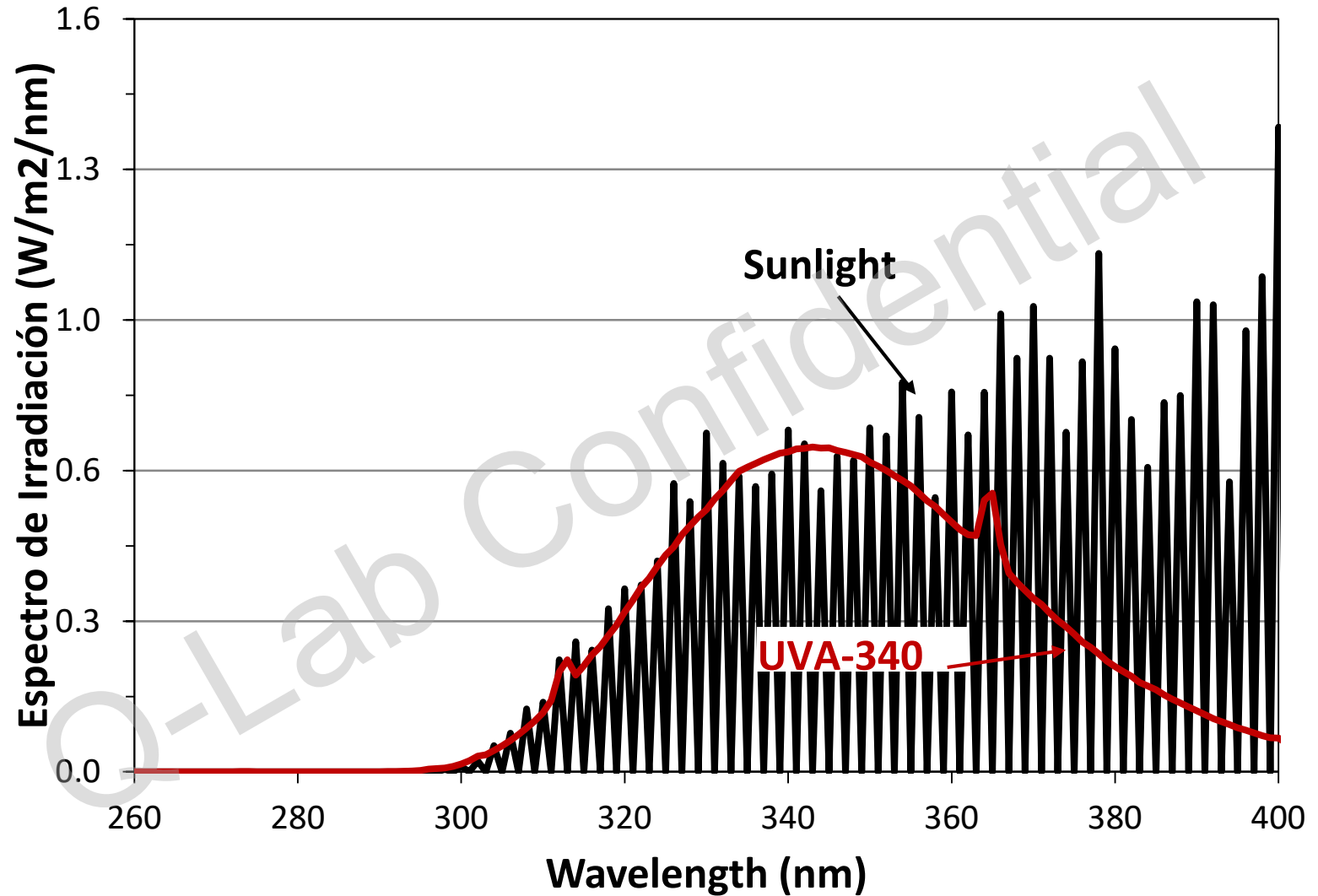
Lámparas fluorescentes UV



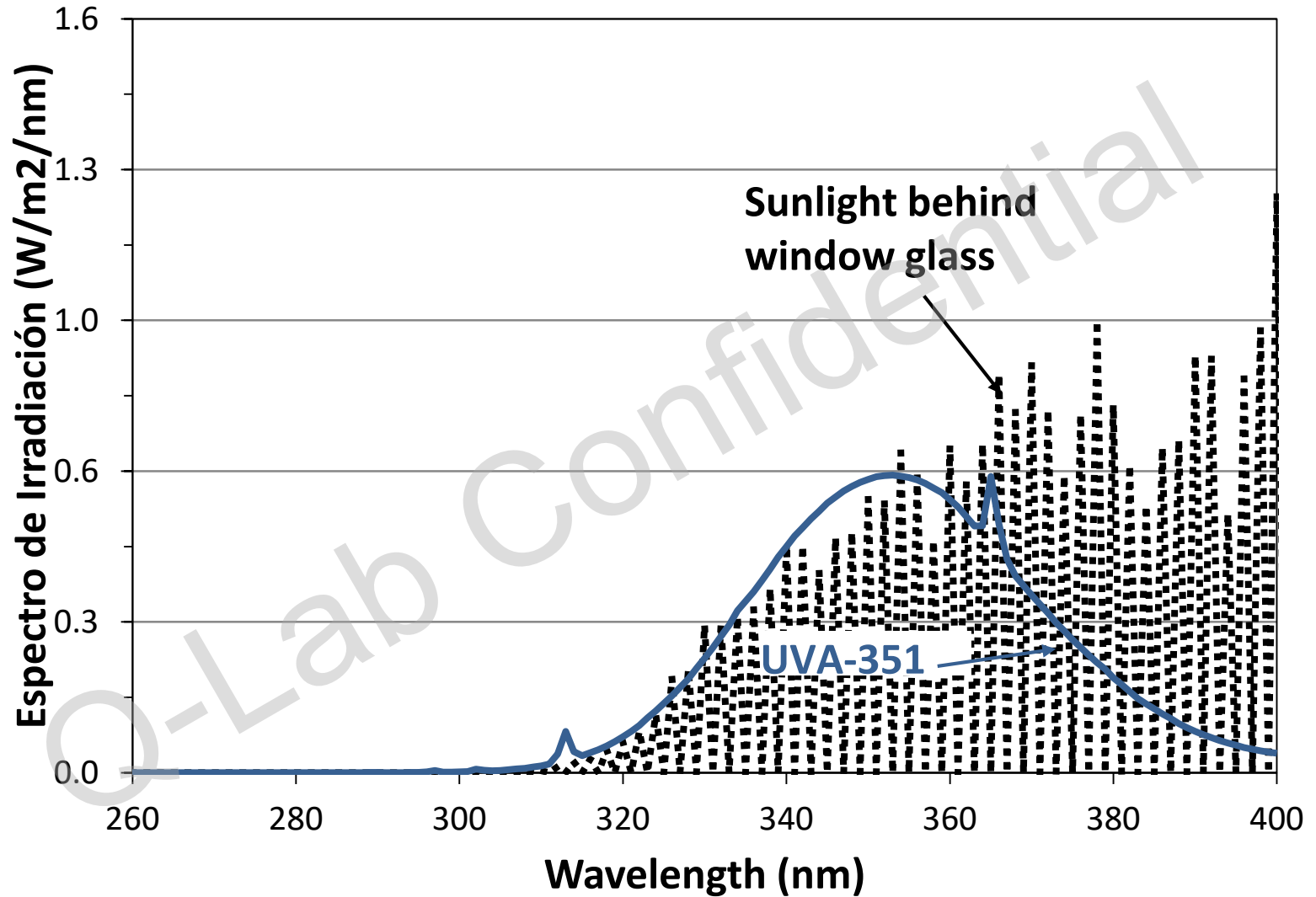
Resumen de la lámpara QUV

- UVA-340 (luz diurna UV)
- UVA-351 (ventana UV)
- UVB-313EL / FS-40 (UV extendido)
- Blanco Frío (Luz de Interior)

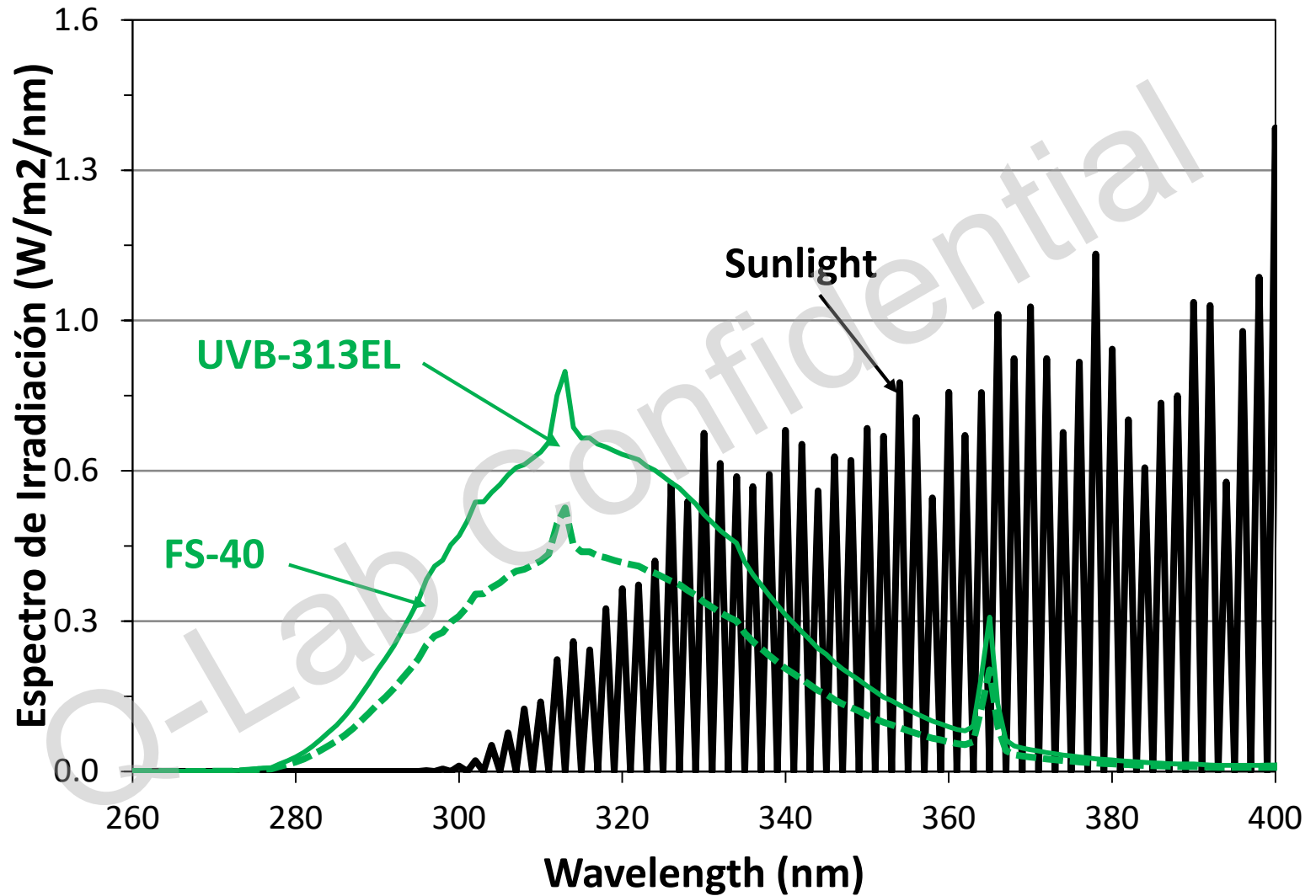
Lámparas UVA-340



Lámparas UVA-351

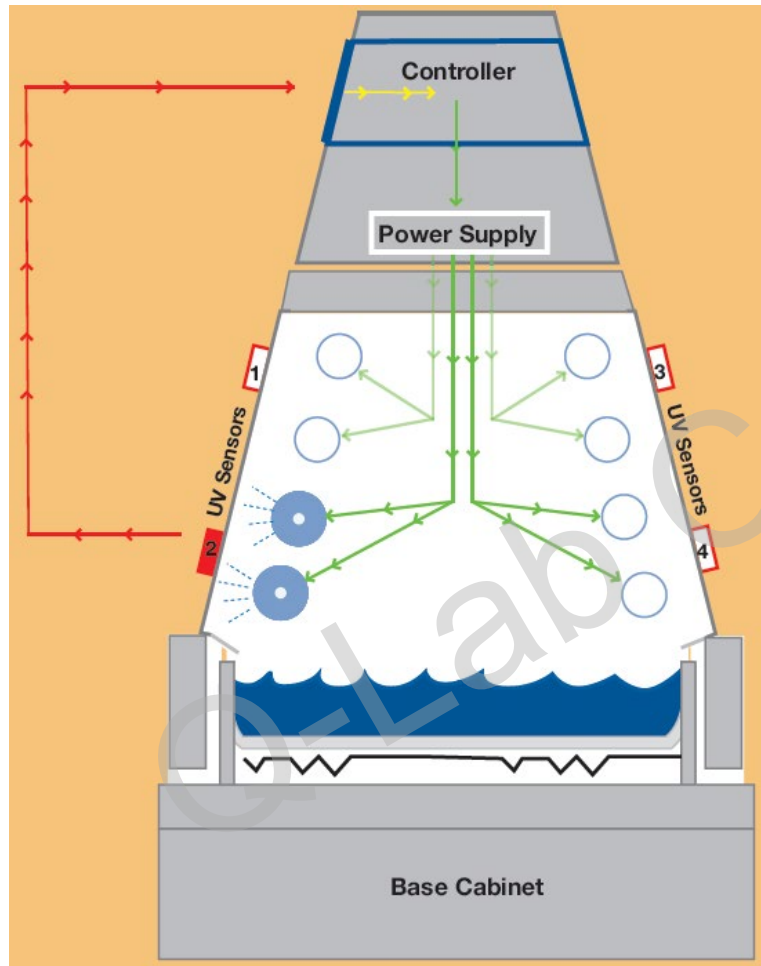


Lámparas UVB



QUV SOLAR EYE™

Control de irradiación



Control de retroalimentación

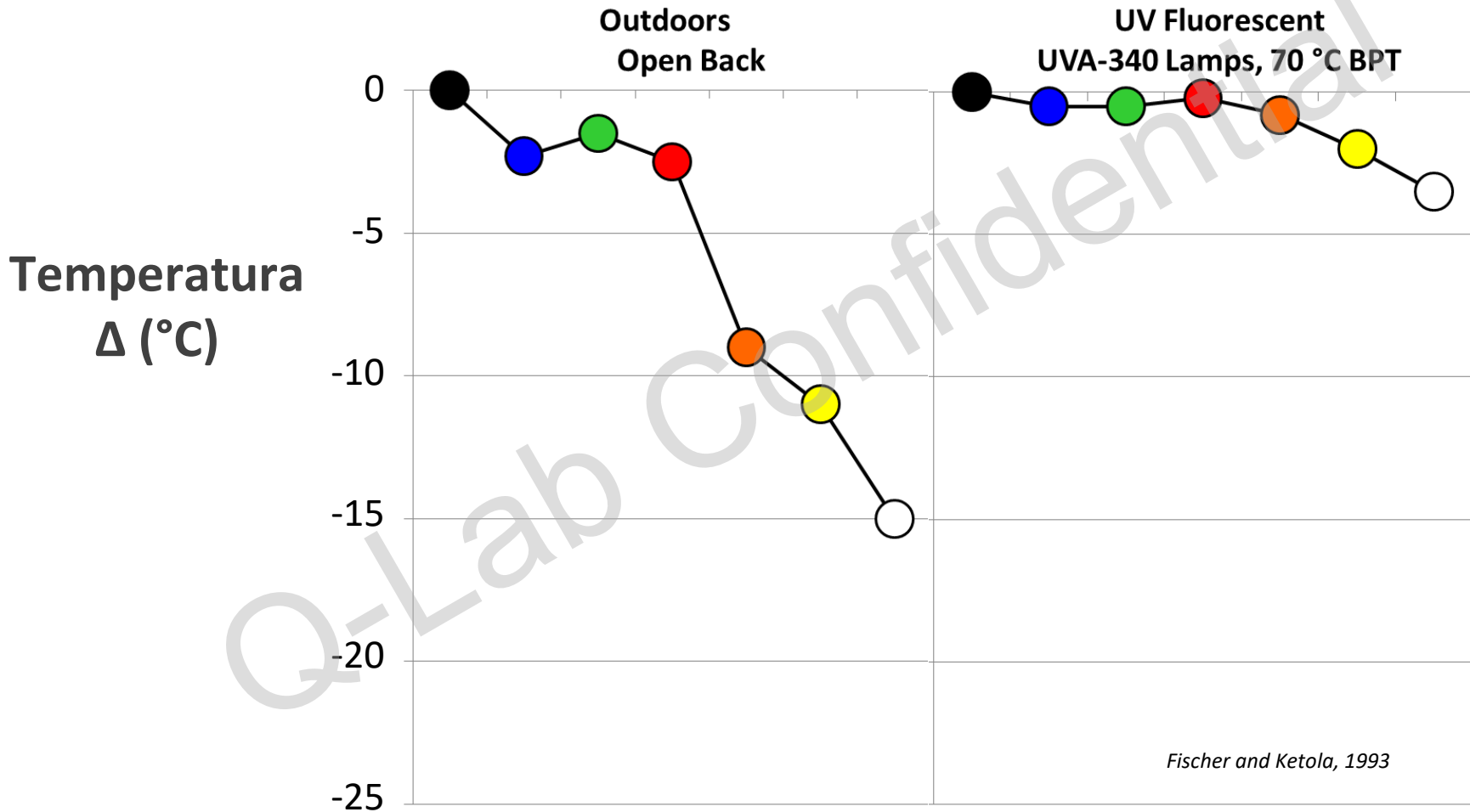
- Lámpara fluorescente UV
- Sensor de luz
- Módulo de control

Ventajas de la lámpara fluorescente

- Resultados rápidos
- Control de irradiación simplificado.
- Espectro muy estable - sin envejecimiento
- Bajo mantenimiento
- Calibración simple
- Bajo precio y costo operativo
- Simple y fácil de mantener.

Temperatura y Color

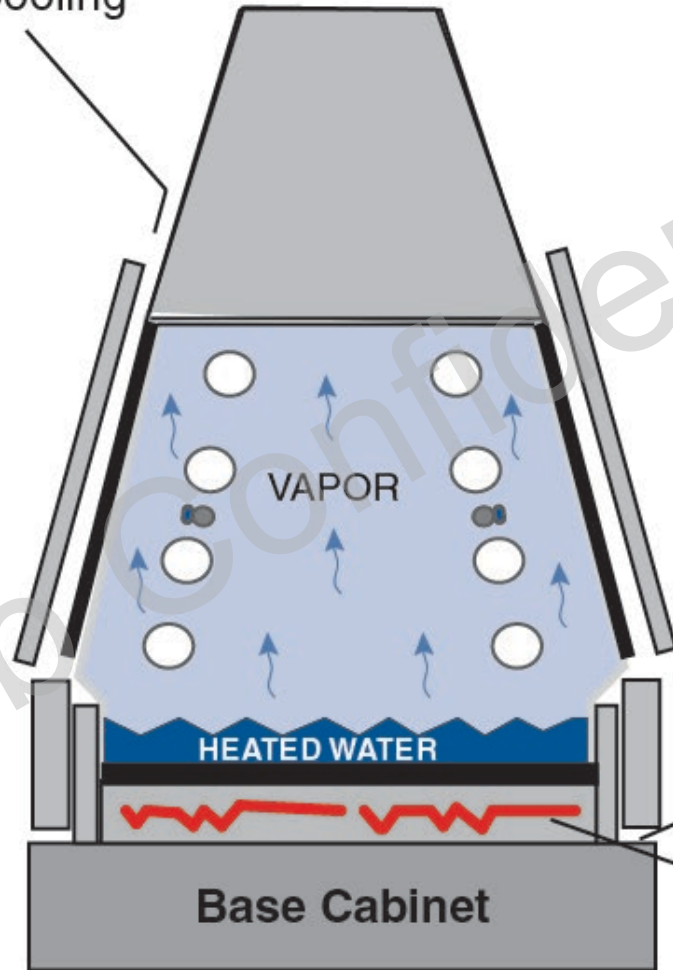
Diferencias de temperatura entre paneles de colores y Black Panel



Fischer and Ketola, 1993

Condensación

Room Air Cooling



Oxygenation Vent

Water Heater

Ventajas de la condensación

- Más cercano a la humedad natural
- La mejor manera de incorporar el agua en un equipo de laboratorio
- Temperatura elevada
- Alto contenido de O₂
- Por efecto de la condensación:
- ¡El agua no puede depositar contaminantes en las muestras!
- El agua siempre estará limpia, garantizado.



Crear condensación en el QUV es fácil y no requiere agua cara y pura

Spray de agua

- Asegura que las partes se saturen por completo
- Crea erosión y choque térmico.



Crear spray en el QUV es difícil y relativamente costoso

Resumen UV fluorescente

- UVA-340 mejor simulación de UV de onda corta
- UVB-313 más rápido y más severo
- Espectro estable: sin envejecimiento
- Sin luz visible
- Condensación realista y rigurosa
- Spray disponible pero no control de %RH

QUV / Equipo de intemperismo acelerado

Modelo QUV/se



Tecnologías complementarias de fluorescencia UV y arco de xenón

UV Fluorescente

- UVA-340 mejor simulación de onda corta UV
- UVB-313 podría ser demasiado severo
- Sin luz visible
- Espectro estable
- Sin control de %RH
- Condensación o spray de agua.
- Barato, simple de usar

Arco de Xenón

- Espectro completo (UV-Vis-IR)
- La mejor simulación de onda larga UV y luz visible
- Cambios de espectro
- Control de humedad relativa
- Spray de agua
- Sistema más complejo

De que hablaremos

¿Qué es el intemperismo?

¿Por qué realizar pruebas de intemperismo natural?

Prueba de intemperie de laboratorio

- Xenon
- UV Fluorescente

- **Elementos de un programa de prueba efectivo**

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de Prueba	Resultado comparado con
Control de Calidad	Pasa / No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Corto 	Especificación Material
Calificación / validación	Pasa / No pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Definido • Medio-Largo 	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none"> • Abierto • Medio 	Exposición natural (sitio de referencia)
Predictivo	Vida de servicio Factor de aceleración	<ul style="list-style-type: none"> • Abierto • Largo 	Exposición natural (entorno de servicio)

Poniéndolo todo junto

- Identificar el tipo de prueba acelerada.
 - Los datos externos son imprescindibles para las pruebas correlativas y predictivas.
- Identificar el entorno de servicio.
 - Interior o exterior
 - Húmedo o seco
 - Caliente o fresco

Poniéndolo todo junto

- **Haciendo uso de las mejores prácticas**
 - Ejecutar hasta un modo de falla definido
 - Usa múltiples réplicas
 - Realizar evaluaciones y reposicionar frecuentemente
- **Elija una estructura de prueba adecuada**
 - ¿Qué dice la norma?
 - ¿Es importante el espectro completo?
 - ¿Qué tan importante es la absorción de agua?

¿Preguntas?



Fátima Sánchez / fsanchez@xperto.com.mx