



# Nozioni Base per test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio

Maurizio Corbella

**IMCD Italia**

[Per ricevere la Registrazione](#)

# Informazioni Generali

Riceverete una email di follow-up da [info@email.q-lab.com](mailto:info@email.q-lab.com) con un link per un sondaggio, registrazioni per future webinars e per scaricare le slides

- La nostra serie di webinars in corso la potete trovare : [q-lab.com/webinarseries](http://q-lab.com/webinarseries)
- I nostri webinars archiviati li troverete : [q-lab.com/webinars](http://q-lab.com/webinars)
- Utilizzate **Q&A feature in Zoom** per farci domande oggi!



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.

# Di cosa Parleremo

- Basi dei test di Invecchiamento
- Perché eseguire test di invecchiamento Accelerato in Laboratorio?
- Test di invecchiamento accelerato in Laboratorio
  - Lampade Xenon
  - Lampade Fluorescenti UV
- Elementi per un Programma di Test Efficace

# Di cosa Parleremo

- **Basi dei Test di Invecchiamento**
- Perché eseguire Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio?
- Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio
  - Lampade Xenon
  - Lampade Fluorescenti UV
- Elementi per un Programma di Test Efficace

# Cos'è l'Invecchiamento?

Cambiamento delle proprietà dei materiali come risultato di una esposizione all'energia radiante presente nella **luce solare** in combinazione con **calore** (inclusi cicli di temperatura ) e **acqua** nei suoi vari stati, principalmente sottoforma di Umidità, Rugiada e Pioggia .

# Forze del Weathering

## Conosci il tuo nemico!

- Luce Solare
- Calore
- Acqua



*\*Altri fattori possono aver un impatto sull'invecchiamento ma non saranno trattati oggi*

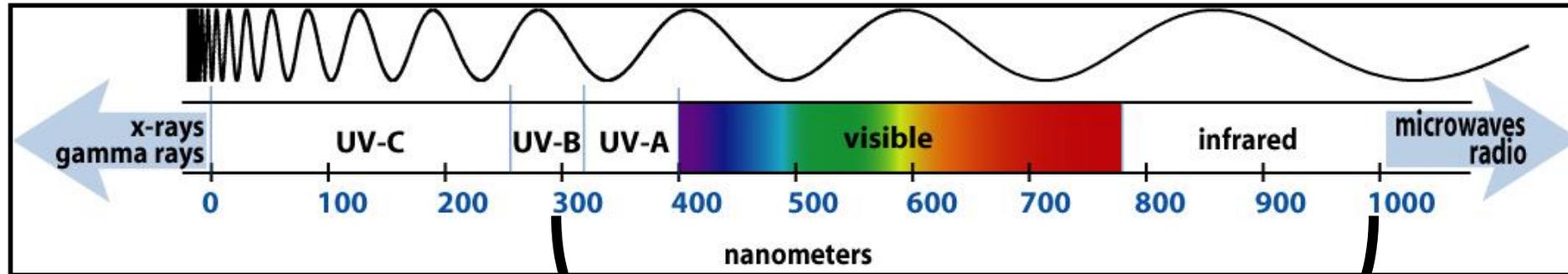
# Luce Solare



# Luce Solare

- Una forma di energia
- Radiazione Elettromagnetica
- Normalmente descritta in termini di **irraggiamento** & **lunghezze d'onda ( $\lambda$ )**

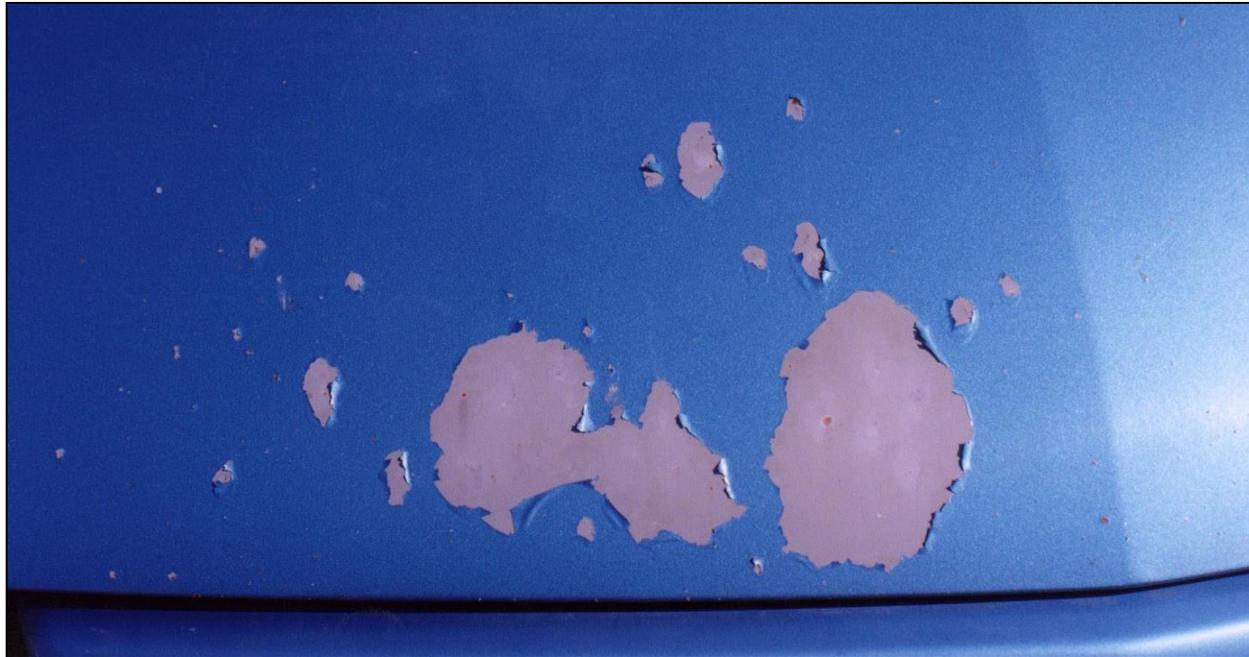
# Spettro Elettromagnetico



## Luce Solare

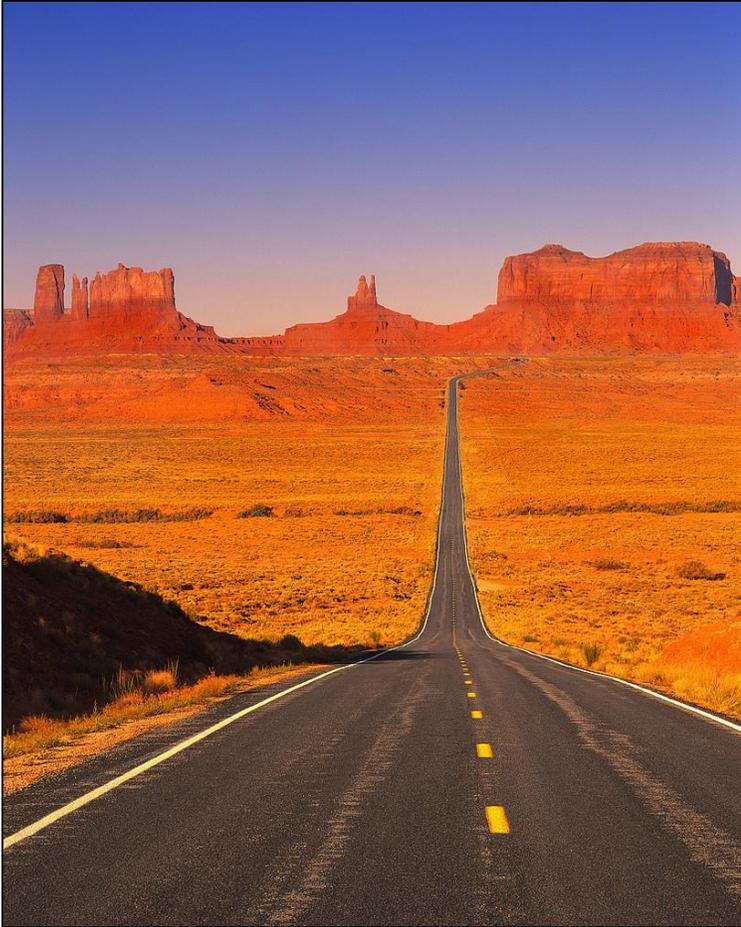
UV	295-400 nm	~7%
Visible	400-800 nm	~55%
IR	800-3000 nm	~38%

Benchè rappresentino solo il  
7% dell'energia radiante della luce solare totale



UV causano virtualmente tutta la degradazione polimerica !

# Irraggiamento



**Irraggiamento**<sup>1</sup> è il tasso al quale al quale l'energia luminosa cade sulla superficie , per unità di area  
[W/m<sup>2</sup>] or [J/s·m<sup>2</sup>]

**Esposizione Radiante**<sup>1</sup> (o **dosaggio radiante**) è l'irraggiamento in un periodo di tempo  
[J/m<sup>2</sup>] or [W·s/m<sup>2</sup>]

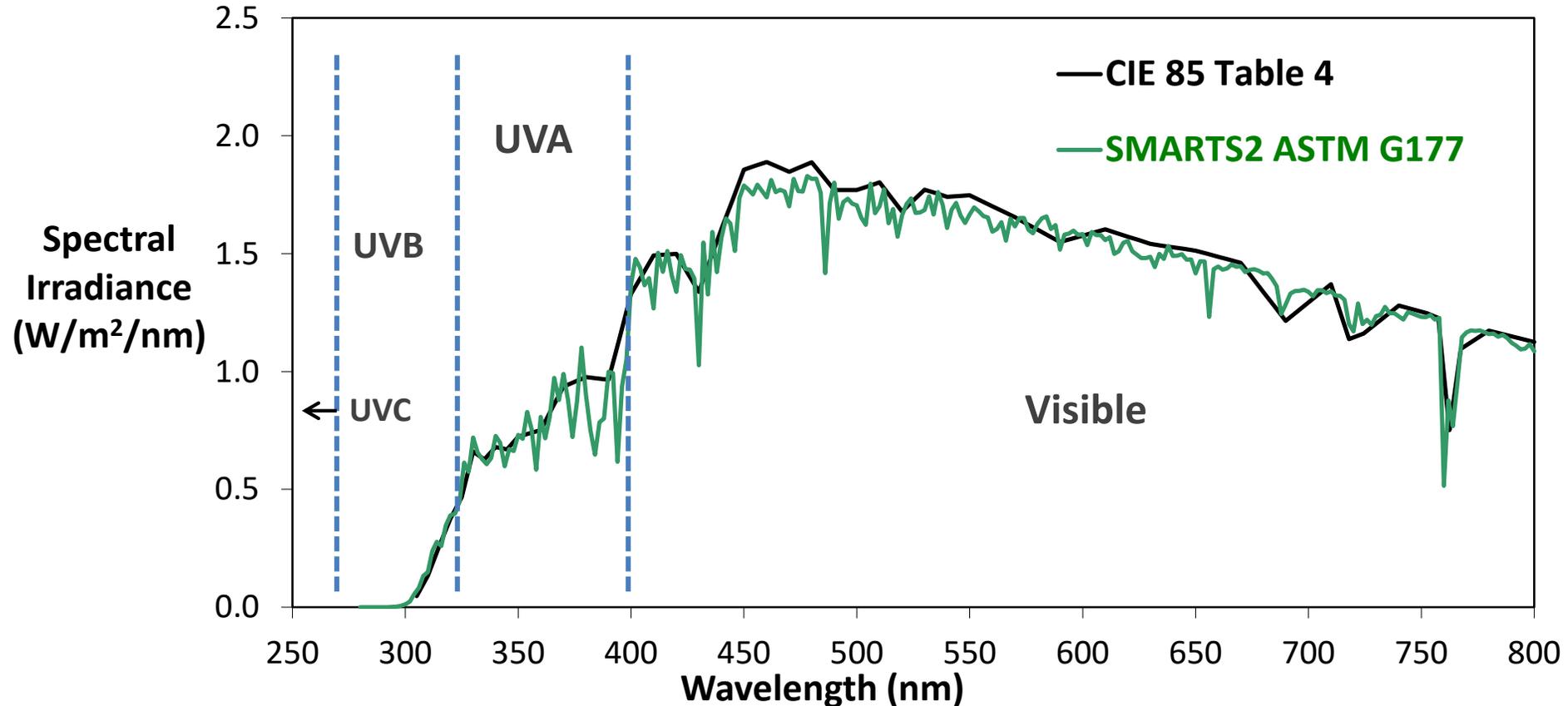
**Irraggiamento Spettrale**<sup>2</sup> è l'irraggiamento di una superficie per unità di lunghezza d'onda  
[W/m<sup>2</sup>/nm]

<sup>1</sup>ASTM G113 –Terminology

<sup>2</sup>ISO 9288 – Physical quantities and Definitions

# Spectral Power Distribution (SPD)

## Luce Solare a Mezzogiorno d'Estate



*SPD: The absolute or relative radiant power emitted by a source, or incident upon a receiver as a function of wavelength. (ASTM G113)*

# Modifiche dello Spettro

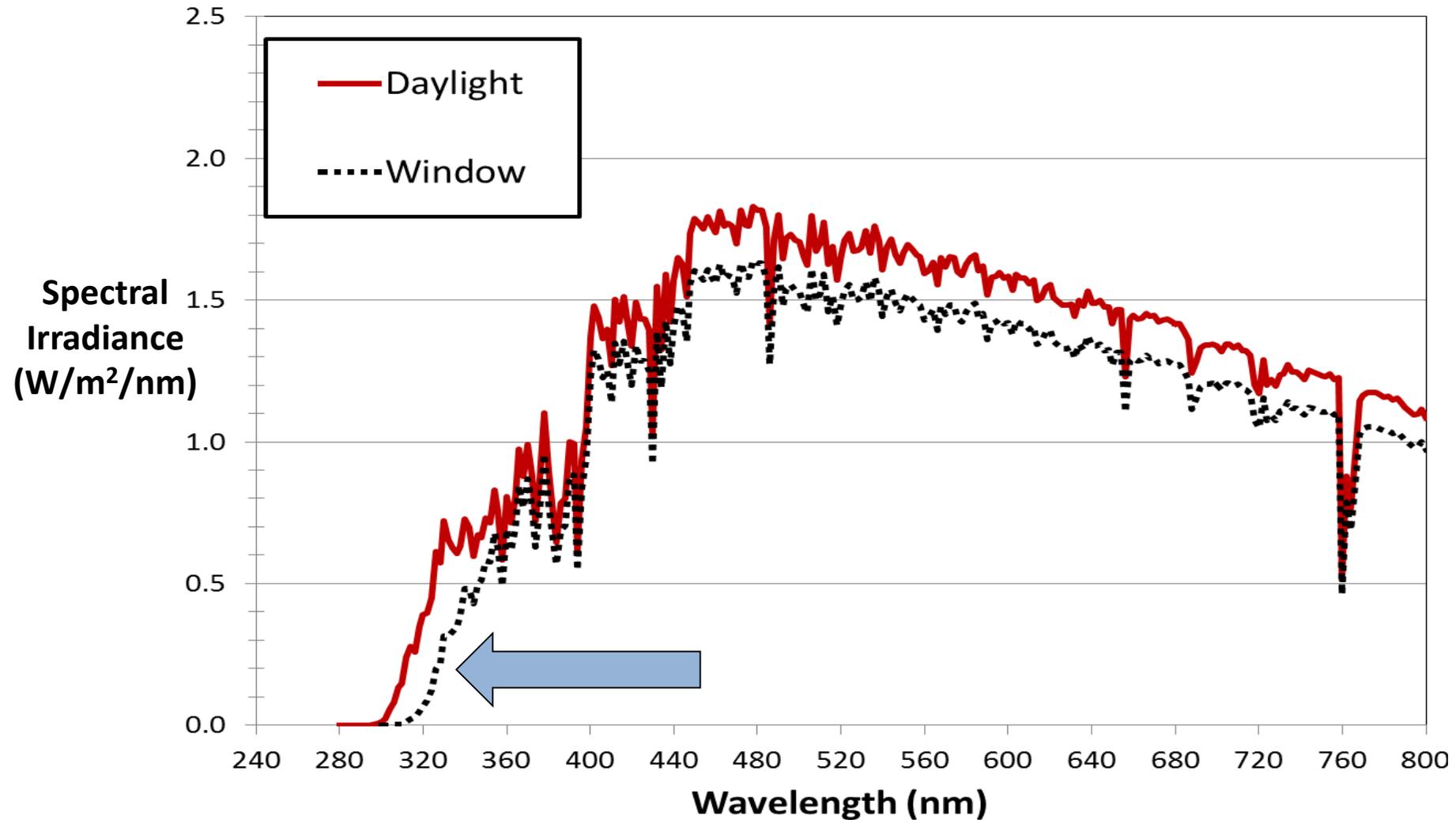


## Angolo del Sole

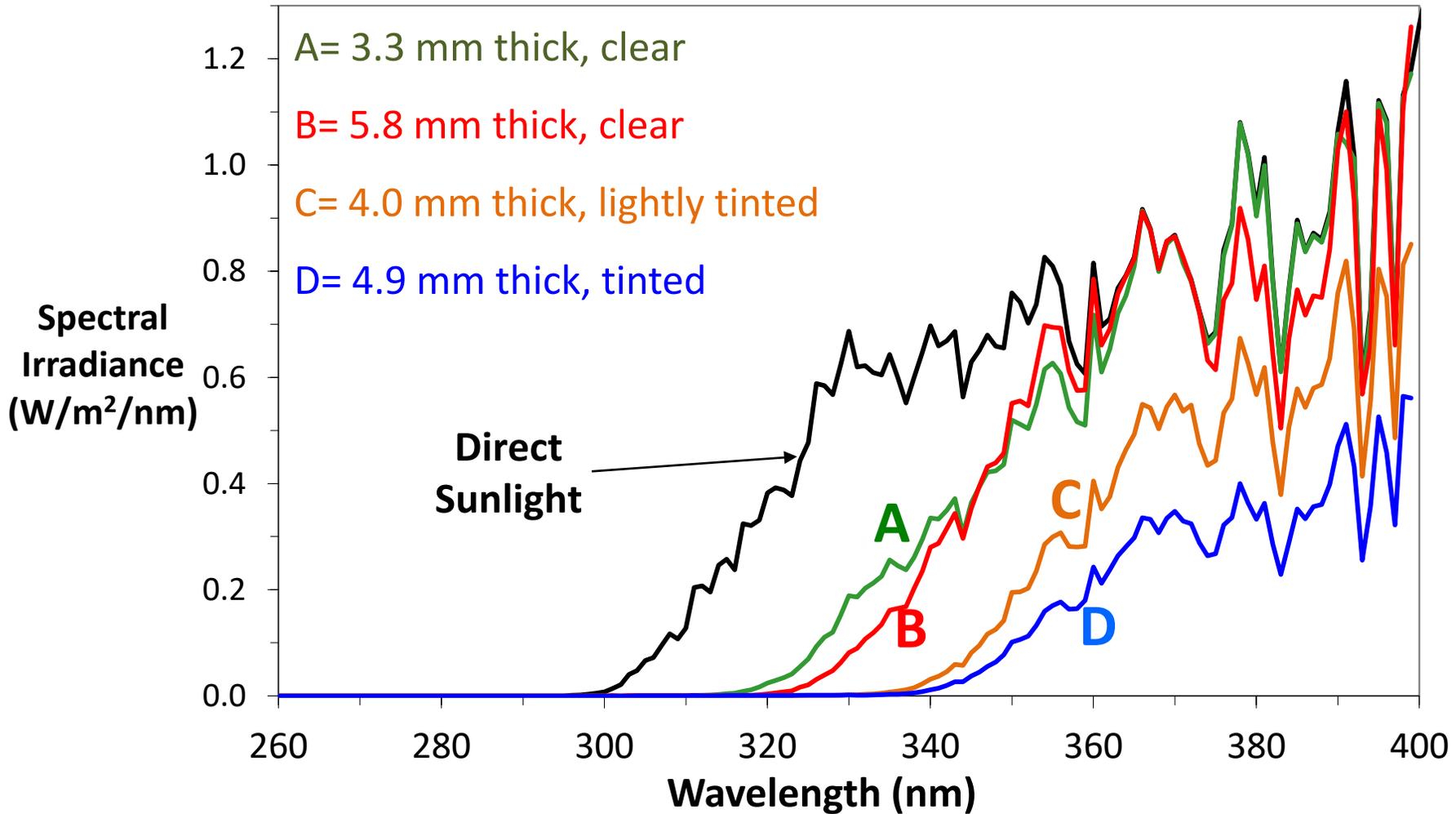
- Periodo dell'anno (es estate)
- Periodo del Giorno (es. mezzogiorno)
- Latitudine

## Altitudine

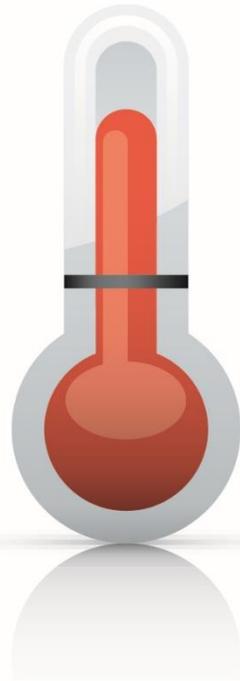
# Luce Solare Attraverso il Vetro Finestra



# Luce Solare Attraverso il Vetro di un'Auto



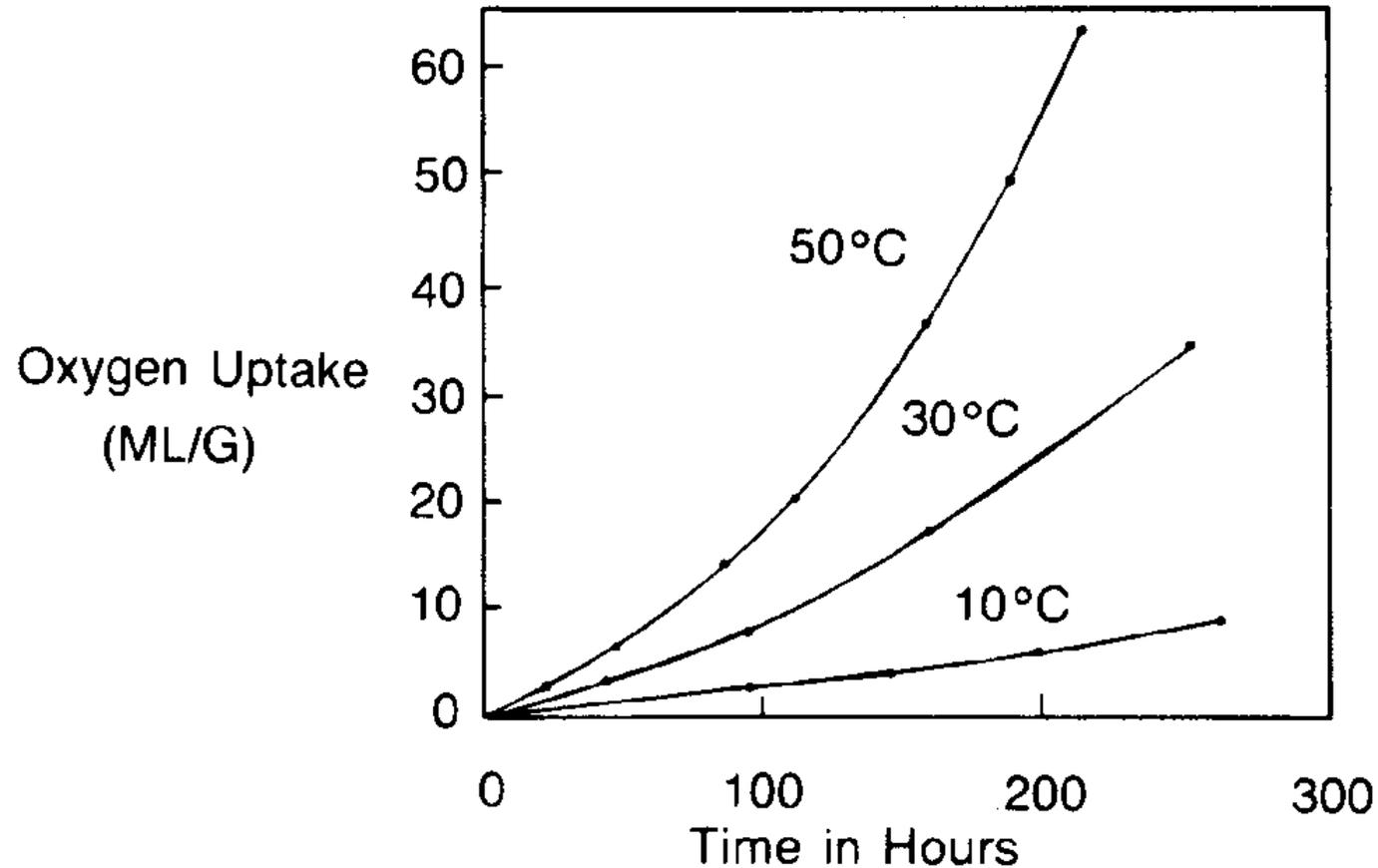
# Calore



# Effetti del Calore

- Temperatura elevata dei Campioni
- Variazioni Dimensionali
- Evaporazione
- Invecchiamento termico
- Cicli Termici

# Effetti della Temperatura: Tasso di Ossidazione Polietilene

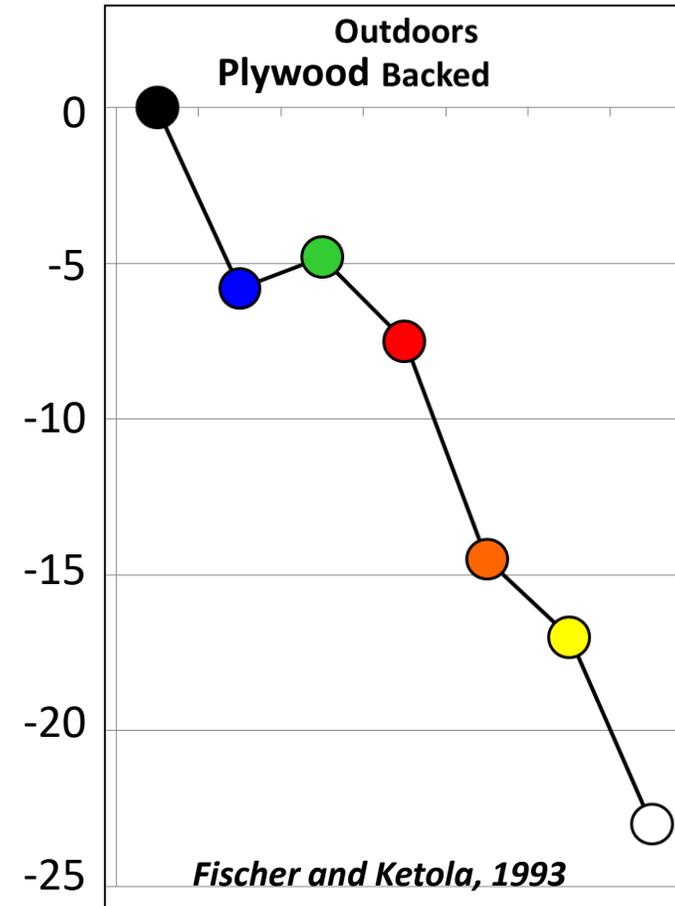
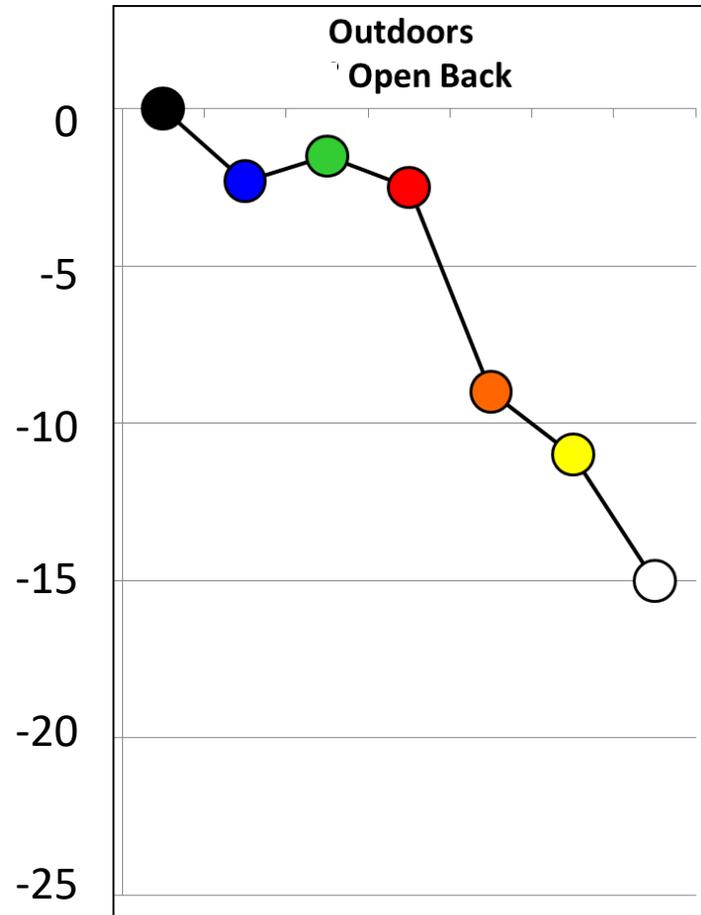


*\*Time In Hours Exposed to UV lamps*

# Temperatura e Colore

Più scuro è il Colore più alta è la Temperatura

Temperature  $\Delta$   
(°C)



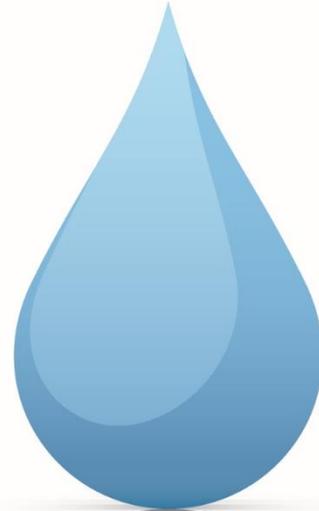
# Calore Dietro Vetro Finestra



**Le Temperature dei componenti all'interno di un'automobile dietro vetro possono superare i 100 °C**



# Acqua



# Effetti Principali dell'Acqua

## Reazioni **Chimiche**

- Reazioni in soluzione
- Facilita le reazioni attraverso l'aumento in trasporto di ossigeno

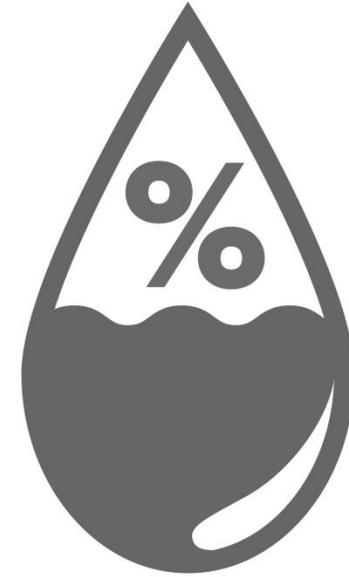
## Effetti **Fisici**

- Erosione
- Assorbimento/gelo-disgelo
- Shock Termico
- Impatto (perdita di materiale)



# Umidità

- **Misura della quantità di acqua nell'aria**
- Può condurre a stress fisico
- Umidità colpisce prodotti sia all'interno che all'esterno
- Spesso espressa come Umidità Relativa (RH), dove 100% è la quantità massima di acqua che l'aria ad una data temperatura può contenere



# Pioggia

- Effetti sulla superficie
  - Dilavamento degli strati della superficie
  - Sfarinamento
  - Rimozione dello sporco
  
- Shock termico



# Rugiada



**Umidità dall'atmosfera che si deposita sottoforma di piccole gocce sopra ogni superficie fredda**

High O<sub>2</sub>

Long Dwell Time

*Rugiada, non Pioggia, è la causa della maggior parte della bagnatura dei campioni all'esterno !*



# Sommario: Forze del Weathering

## Luce Solare

- Luce UV causa virtualmente tutta la degradazione polimerica
- Piccole variazioni nella formulazione dei materiali e/o dello spettro possono avere grandi effetti sulla degradazione dei materiali

## Calore (*Temperatura*)

- Luce Solare + Calore = aumenta il tasso di degradazione
- Il colore di un materiale può influenzare fortemente la temperatura quando si trova alla luce solare

## Acqua (*Umidità*)

- Luce Solare + Calore + Acqua = Weathering
- Rugiada e non Pioggia, fonte maggiore della bagnatura all'esterno
- I prodotti all'Esterno sono bagnati molto più a lungo di quanto ci si possa aspettare

*Weathering include effetti sinergici tra questi fattori !*

# Di cosa Parleremo

- Basi dei Test di Invecchiamento
- **Perchè eseguire Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio?**
- Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio
  - Lampade Xenon
  - Lampade Fluorescenti UV
- Elementi per un Programma di Test Efficace

# Perche eseguire dei Test?

- Rispondere alle Specifiche
- Evitare Catastrofi
- Migliorare la vostra Reputazione
- Verificare i reclami dei clienti
- Migliorare la durabilità dei prodotti
- Risparmiare sui costi dei materiali
- Espandere le linee di prodotto esistenti
- Entrare in nuovi mercati
- Superare la concorrenza
- Stare al passo con le normative

# I test in Laboratorio sono un Strumento per **Dare una Direzione alle vostre Scelte**

**I Test in Laboratorio possono aiutarvi a**

- Prendere decisioni migliori e/o più velocemente.
- Ridurre il rischio di Prendere decisioni sbagliate
- Ridurre il rischio di Prendere decisioni troppo lentamente

# Che tipo di Test dovrei Eseguire?

<b>Tipo di Test Accelerato</b>	<b>Risultato</b>	<b>Durata del Test</b>	<b>Risultati comparati con</b>
Controllo Qualità	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definito</li><li>• Breve</li></ul>	Specifiche del Materiale

# Che tipo di Test dovrei Eseguire?

<b>Tipo di Test Accelerato</b>	<b>Risultato</b>	<b>Durata del Test</b>	<b>Risultati comparati con</b>
Controllo Qualità	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definito</li><li>• Breve</li></ul>	Specifiche del Materiale
Qualificazione / validazione	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definito</li><li>• Medio-lungo</li></ul>	Materiale di riferimento o specifiche

# Che tipo di Test dovrei Eseguire?

<b>Tipo di Test Accelerato</b>	<b>Risultato</b>	<b>Durata del Test</b>	<b>Risultati comparati con</b>
Controllo Qualità	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definito</li><li>• Breve</li></ul>	Specifiche del Materiale
Qualificazione / validazione	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definito</li><li>• Medio-lungo</li></ul>	Materiale di riferimento o specifiche
Correlativo	Ordine di classifica	<ul style="list-style-type: none"><li>• A tempo indeterminato</li><li>• Medio</li></ul>	Esposizione Naturale (Sito di riferimento)

# Che tipo di Test dovrei Eseguire?

Tipo di Test Accelerato	Risultato	Durata del Test	Risultati comparati con
Controllo qualità	Passa / non passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definito</li> <li>• Breve</li> </ul>	Specifiche del Materiale
Qualificazione / validazione	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definito</li> <li>• Medio-lungo</li> </ul>	Materiale di riferimento o specifiche
Correlativo	Ordine di classifica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tempo indeterminato</li> <li>• Medio</li> </ul>	Esposizione naturale (Sito di Riferimento)
Predittivo	Durata in servizio Fattore di Accelerazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tempo indeterminato</li> <li>• Lungo</li> </ul>	Esposizione Naturale (Ambiente di Servizio)

# Cos'è l'invecchiamento accelerato **Naturale** ?

Esposizione Outdoor di materiali alla luce solare non concentrata, lo scopo è la valutazione gli effetti dei fattori ambientali sui vari parametri di interesse, funzionali o decorativi .

Siti di Riferimento Globali per invecchiamento :

- Sud Florida (Subtropical)
- Arizona (Dry Desert)
- Midwest (Northern Industrial)

# Perchè l'invecchiamento Naturale è Importante?

- L'invecchiamento naturale è più complesso di quello artificiale (laboratorio) .
- I test accelerati in laboratorio non sono sempre realistici
- L'accuratezza dei test di laboratorio dovrebbe sempre essere verificata con test outdoor
- Test continui di invecchiamento outdoor aiutano a costruire un archivio di dati di grande valore ad un basso costo

# Di cosa Parleremo

- Basi dei Test di Invecchiamento
- Perché eseguire Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio?
- **Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio**
  - **Lampade Xenon**
  - **Lampade Fluorescenti UV**
- Elementi per un Programma di Test Efficace



# **Test invecchiamento Accelerato in Laboratorio con strumenti Arco Xenon**

# Strumenti Q-SUN Arco Xenon

Xe-1



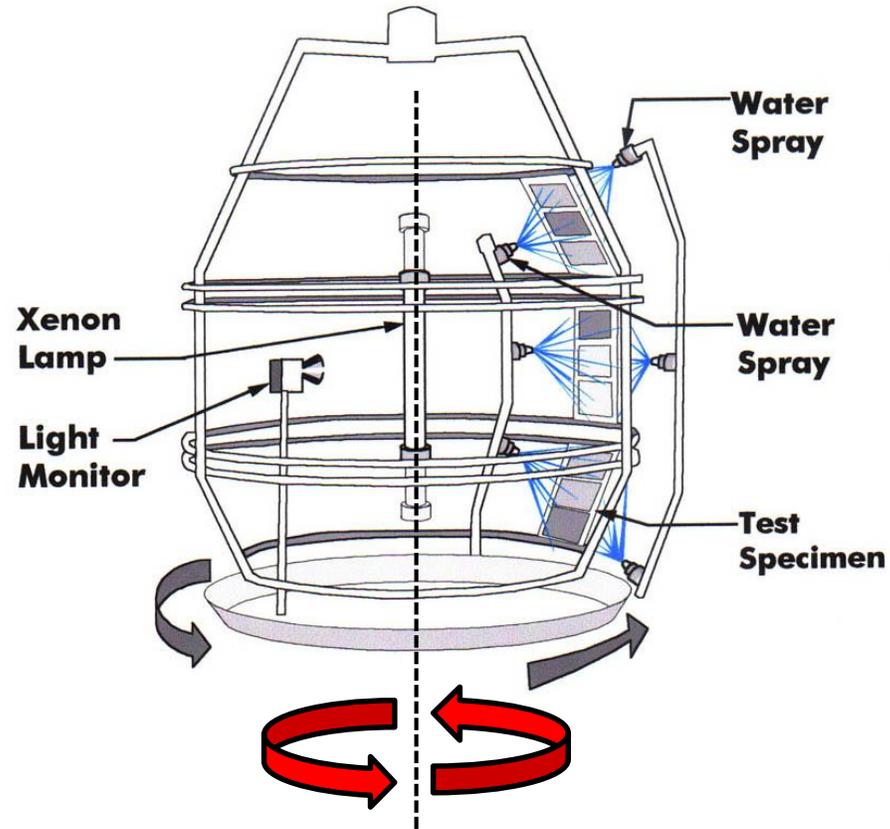
Xe-2



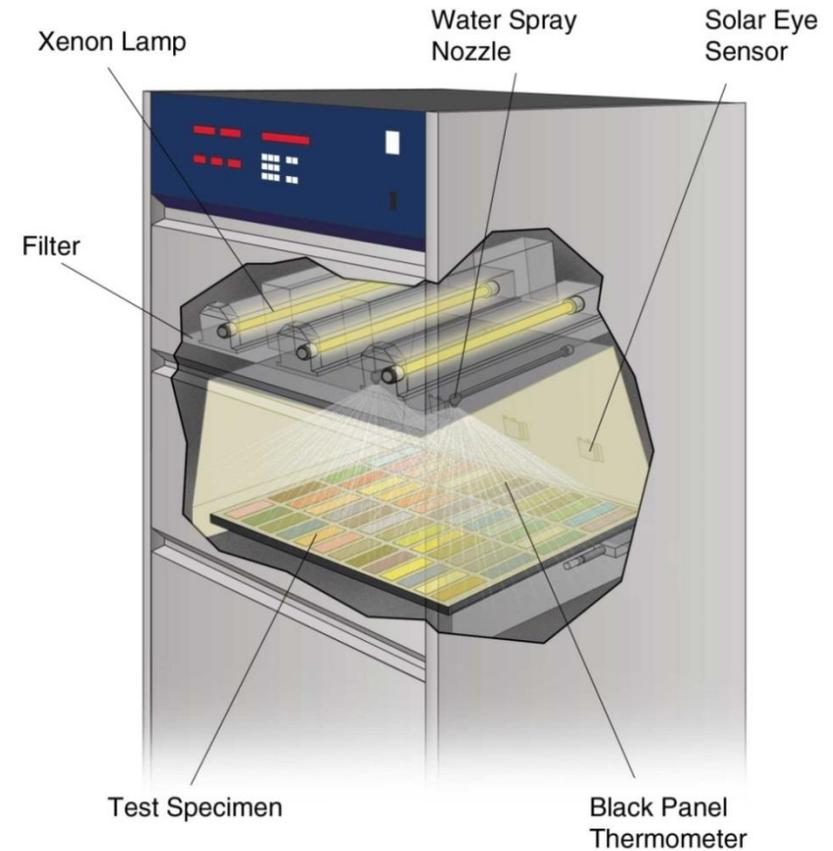
Xe-3



# Camere di Test ad Arco Xenon



Tamburo Rotante



Vassoio Piatto

# Lampade Arco Xenon

Raffreddata ad  
Aria



Raffreddata ad  
Acqua



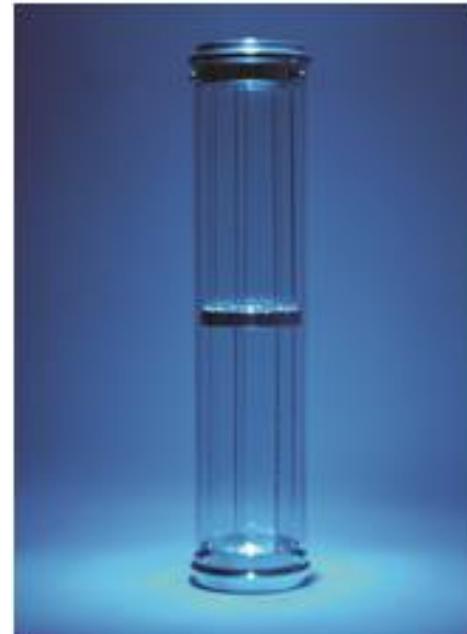
Raffreddata ad  
Acqua  
Assemblata



# Panoramica sui Filtri

- Daylight
- Window
- Extended UV

Tamburo rotante  
“lanterna”

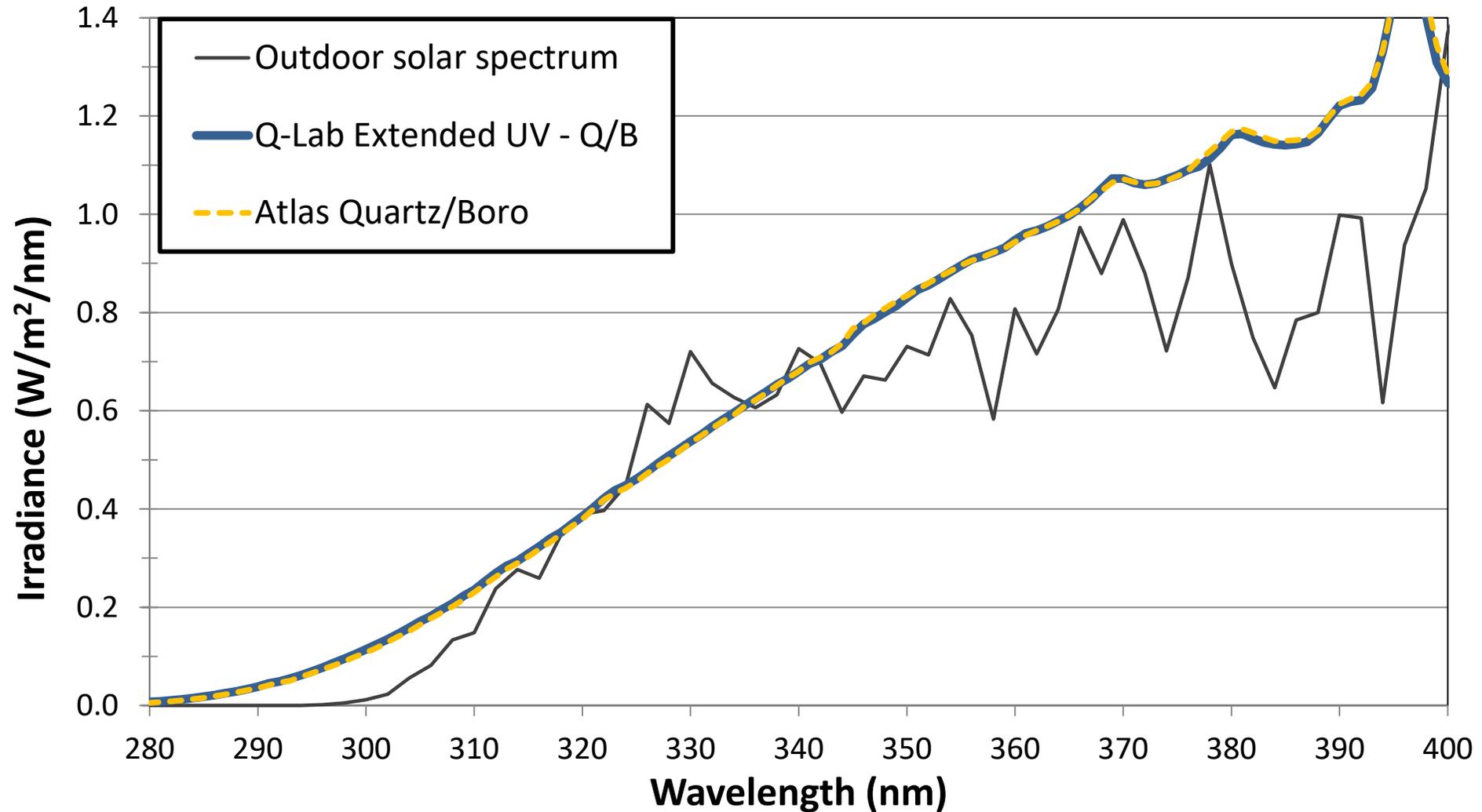


Filtro vassoio piatto

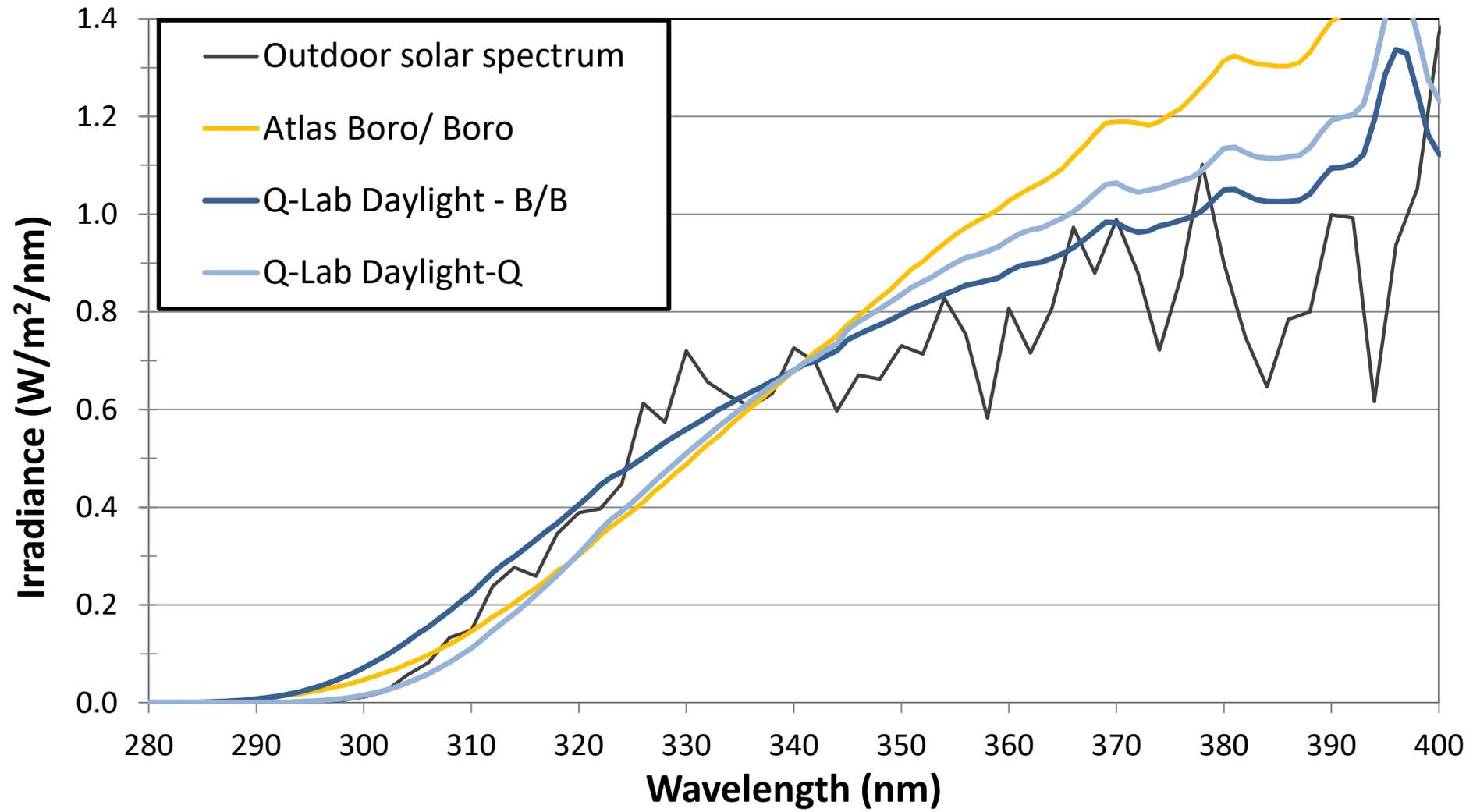


*\*Other specialized filters used occasionally*

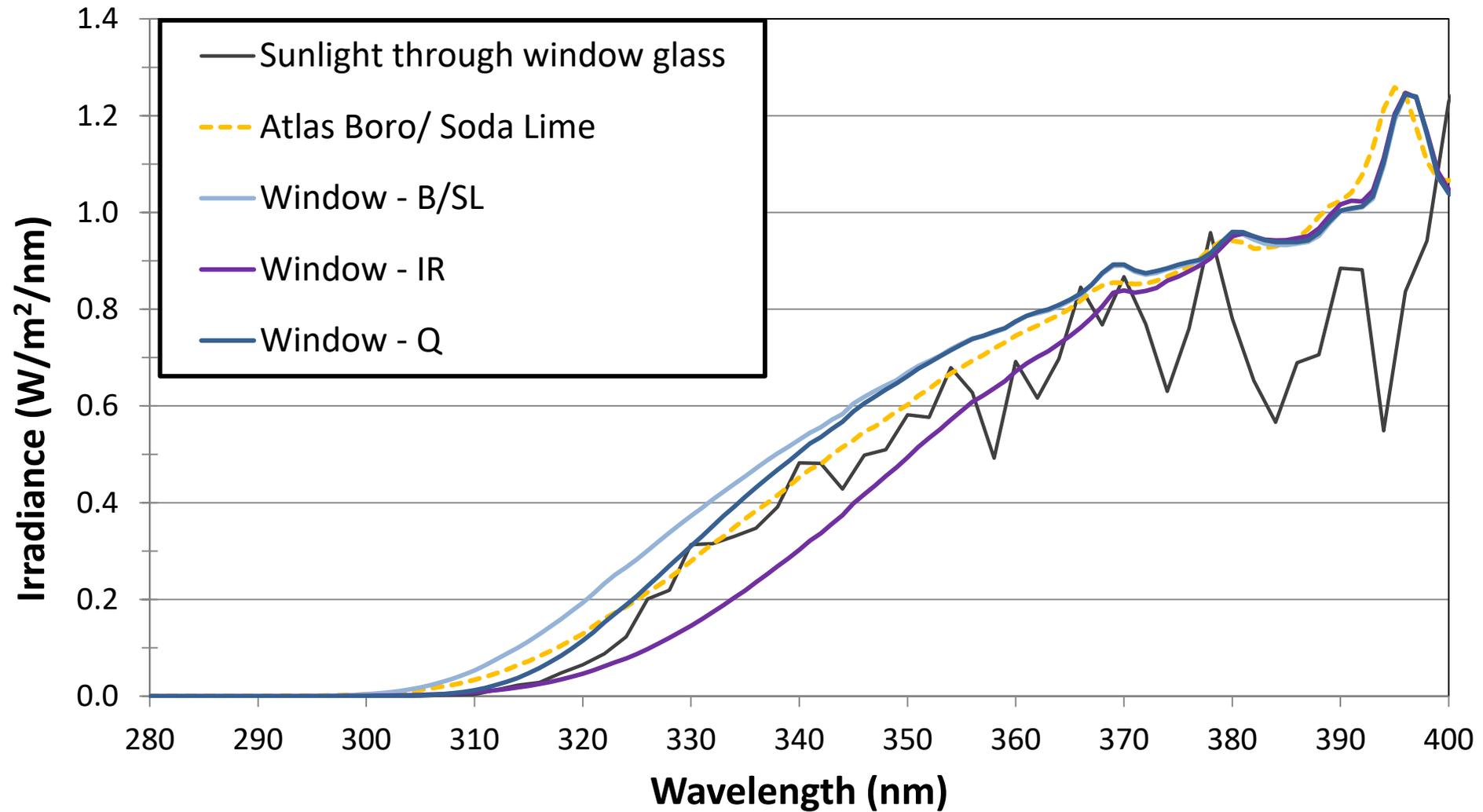
# Comparazione Filtri Extended UV



# Comparazione Filtri Daylight



# Comparazione Filtri Window



# Invecchiamento dei Filtri Ottici

## Raffreddati ad acqua vs Raffreddati ad Aria

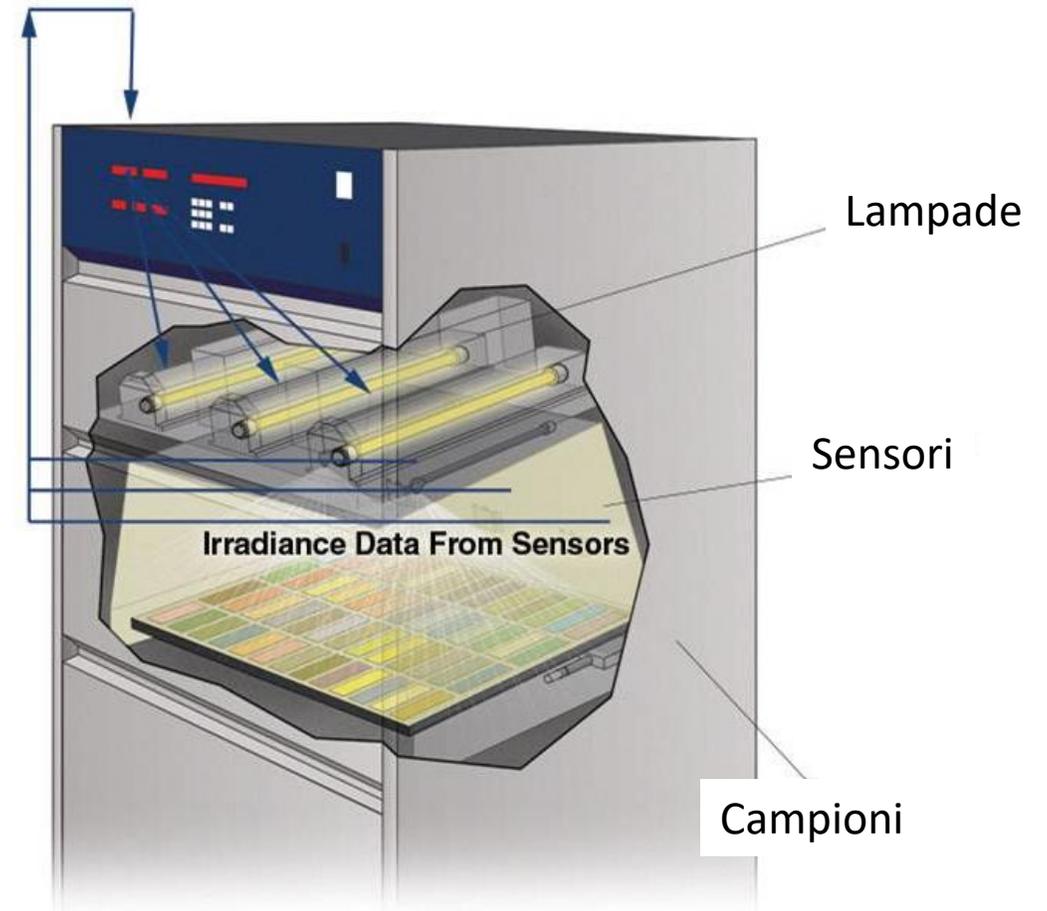
- I filtri per strumenti con le lampade raffreddate ad acqua devono essere sostituiti ogni 400-2000 ore
  - Contaminanti, anche nell'acqua ultra pura Deionizzata, riducono la trasmittanza del filtro nel tempo
- Quasi tutti i filtri per strumenti con lampade raffreddate ad Aria non invecchiano e non hanno bisogno di essere sostituiti

# Q-SUN SOLAR EYE™ Irradiance Control

## Controllo Feedback Loop

- Lampade Arco Xenon
- Sensore Luce
- Modulo di Controllo

La lunghezza d'onda alla quale è controllato l'irraggiamento è denominata **Punto di Controllo**



# Controllo Irraggiamento Lampade Xenon

- Controllo dell'irraggiamento nelle **lunghezze d'onda di interesse** per massimizzare ripetibilità e riproducibilità
  - 340 nm
  - 420 nm
  - Total UV TUV (300-400 nm)
  - Global (300-800 nm) – non raccomandato
    - Lunghezze d'onda più corte causano maggiore fotodegradazione
    - Non considera l'invecchiamento delle lampade
- Le Lampade Xenon invecchiano con l'utilizzo ; “spectral shift” lo spostamento dello spettro limita l'utilizzo delle lampade

# Black Panel Pannello Nero

## Controllo Temperatura

- Comunemente presente nei test standards
- Approssima la temperatura massima sulla superficie dei campioni
- Può essere utilizzato in combinazione con il sensore di controllo di temperatura dell'aria della camera

# Sensori Temperatura Black Panel

Pannello	Costruzione	Descrizione ASTM	Descrizione ISO
 <p>A photograph showing a black rectangular panel with a sensor probe attached to its top surface. A blue pen with the 'q-lab.com' logo is placed horizontally above the panel for scale.</p>	<p>Black painted stainless steel</p>	<p>Uninsulated Black Panel</p>	<p>Black Panel</p>
 <p>A photograph showing a black rectangular panel mounted on a white base. A sensor probe is attached to the top surface. A blue pen with the 'q-lab.com' logo is placed horizontally above the panel for scale.</p>	<p>Black painted stainless steel montati sopra PVDF bianco spessore 0.6 cm</p>	<p>Insulated Black Panel</p>	<p>Black Standard</p>

*\* Sono disponibili anche Pannelli Bianchi White Panel ma molto meno comunemente utilizzati*

# Controllo Temperatura Aria Camera

- Richiesto da diversi metodi di test
- Necessario per controllare l'umidità relativa (RH)
- Il Sensore non deve essere esposto a luce diretta
- La temperatura del BP deve essere sempre più calda della temperatura dell'aria a causa dell'assorbimento del calore radiante

# Controllo Umidità Relativa

- Richiesto da molti metodi di test
  - Tessile
  - Automotive (SAE)
- Molti xenon testers possono generare e controllare l'umidità relativa
  - Sistema con Boiler
  - Sistema con Nebulizzatore
  - Sistema Atomizzazione in Aria
- Per molti materiali durevoli, RH non fa molta differenza in confronto allo spray ed alla condensazione

# Arco Xenon Spray Acqua

## Spray Frontale

- Metodo più utilizzato per spruzzare acqua
- Tecnica di calibrazione per spray frontale recentemente sviluppata (ASTM D7869)

## Back spray ( Posteriore)

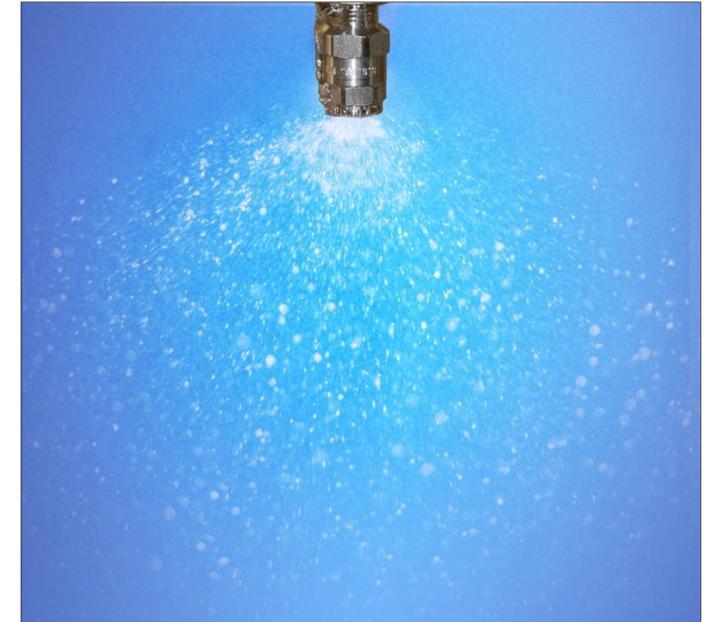
- Risultato di alcuni esperimenti non riusciti che avevano l'intenzione di creare condensazione; persistono in alcuni standard

## Dual (doppio) spray

- Per spruzzare sui campioni una seconda soluzione es. pioggia acida, sapone

## Immersione (Ponding)

- Alternativa allo spray frontale ma rimosso da diversi standard



# Sommario Arco Xenon

- Migliore simulazione di tutto lo spettro della luce solare
  - Le lampade invecchiano (effetto fulcro)
- Effetti sulla temperatura
- Spray Acqua e controllo RH
- Costi aggiuntivi, manutenzione e complessità maggiori rispetto agli strumenti con lampade fluorescenti UV



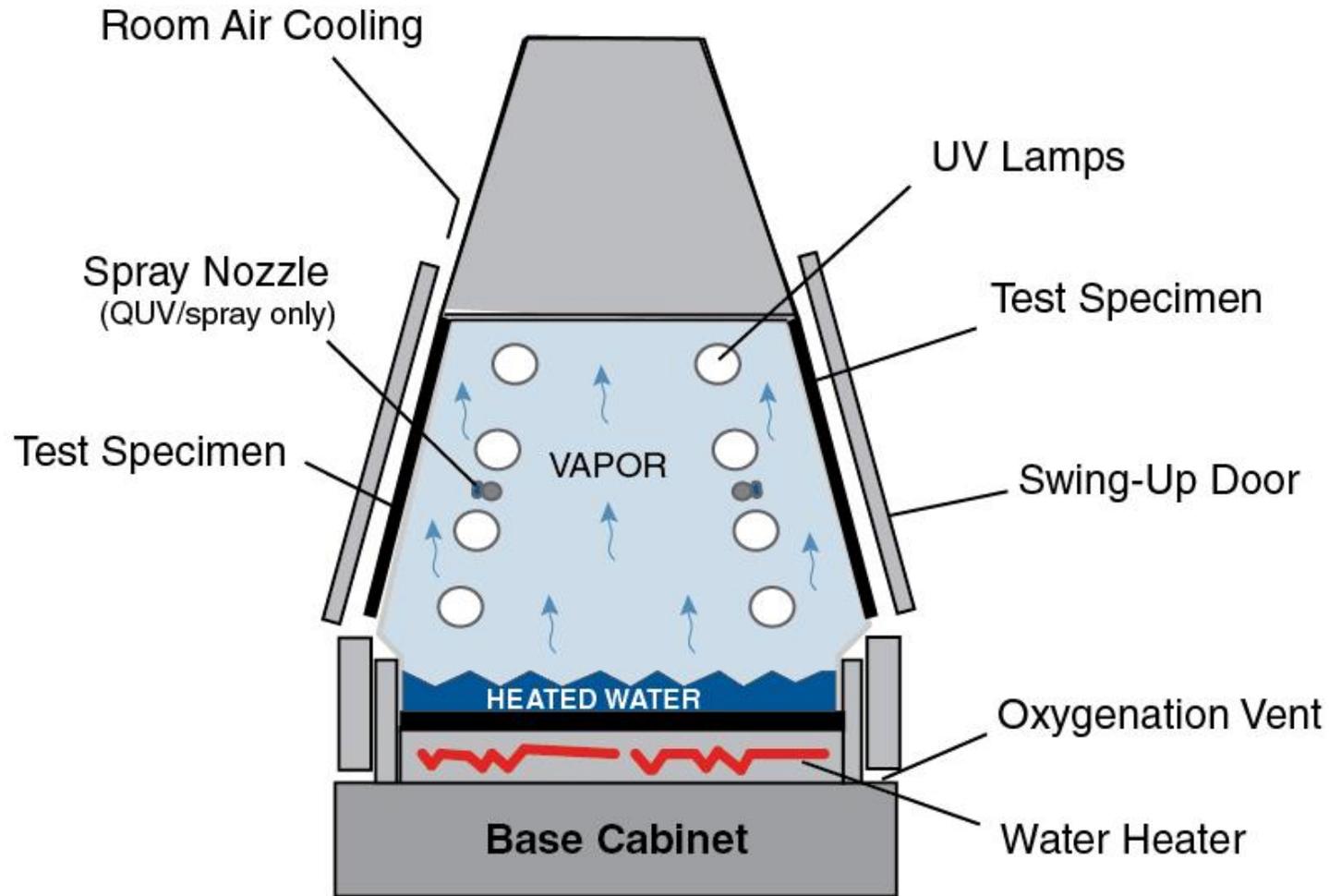
# **Test Invecchiamento Accelerato in Laboratorio con Lampade Fluorescenti UV**

# QUV Strumento Invecchiamento Accelerato

## Modello QUV/se



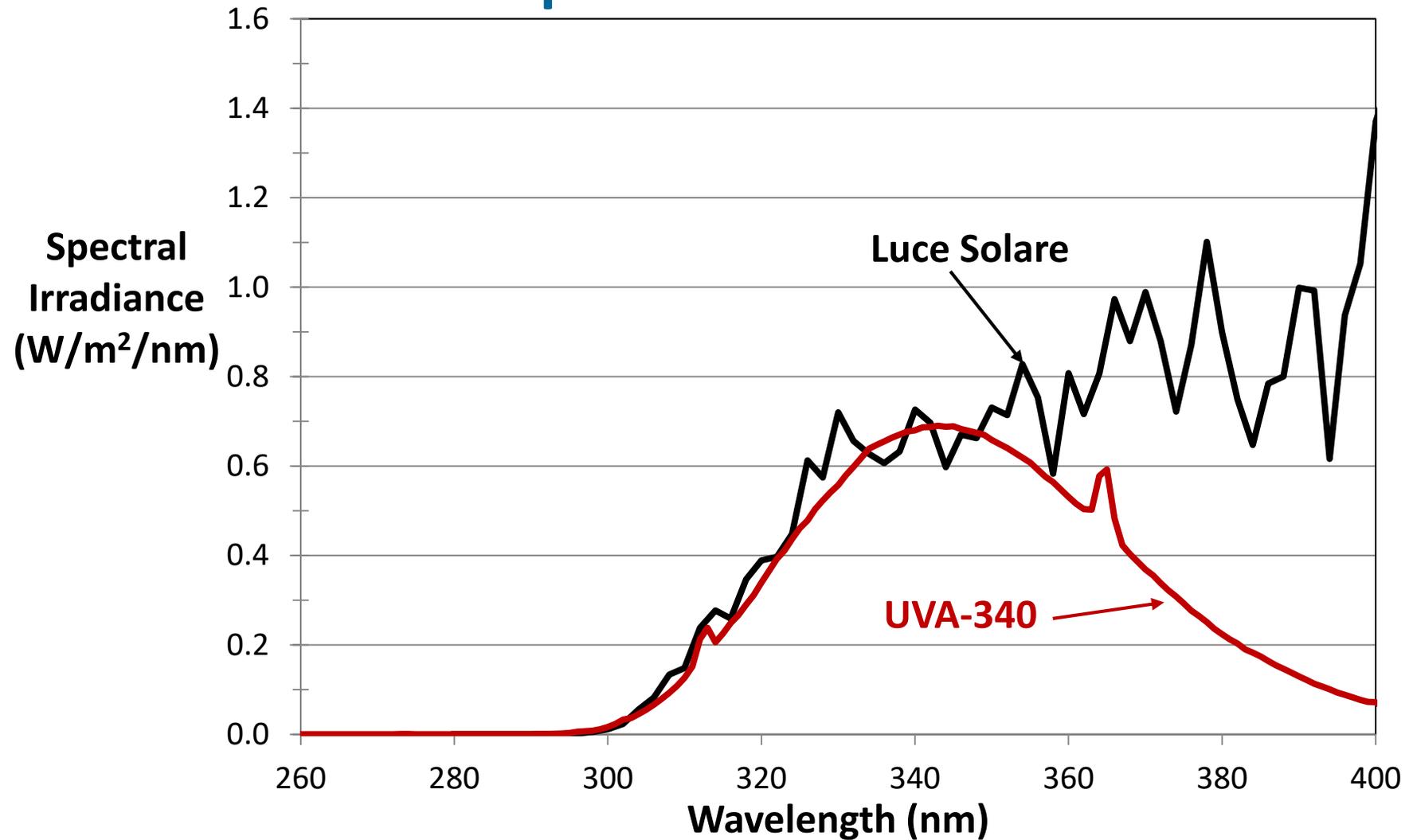
# Schema Strumento Lampade Fluorescenti UV



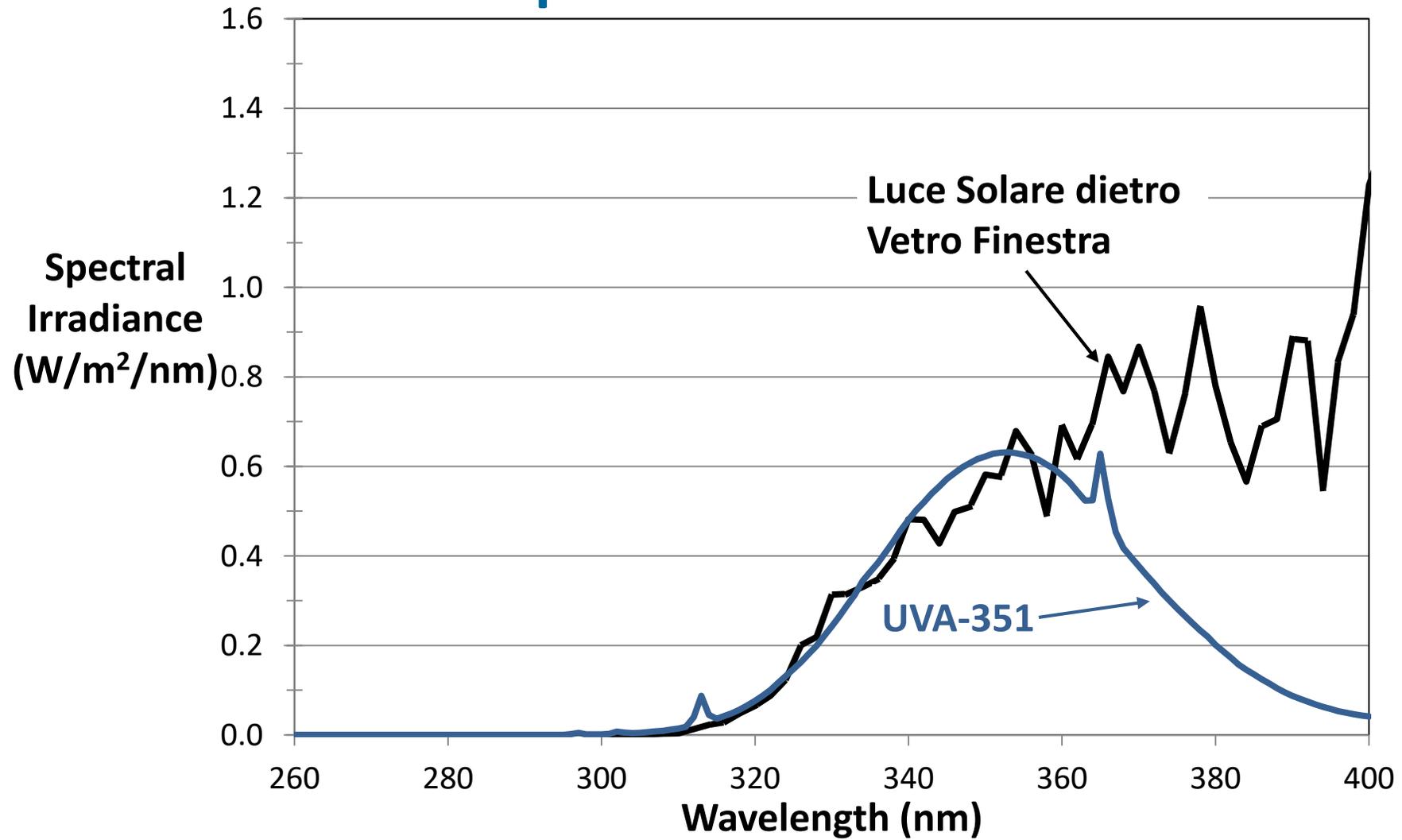
# Sommario Lampade QUV

- UVA-340 (Daylight UV)
- UVA-351 (Window UV)
- UVB-313EL/FS-40 (Extended UV)
- Cool White (Indoor)

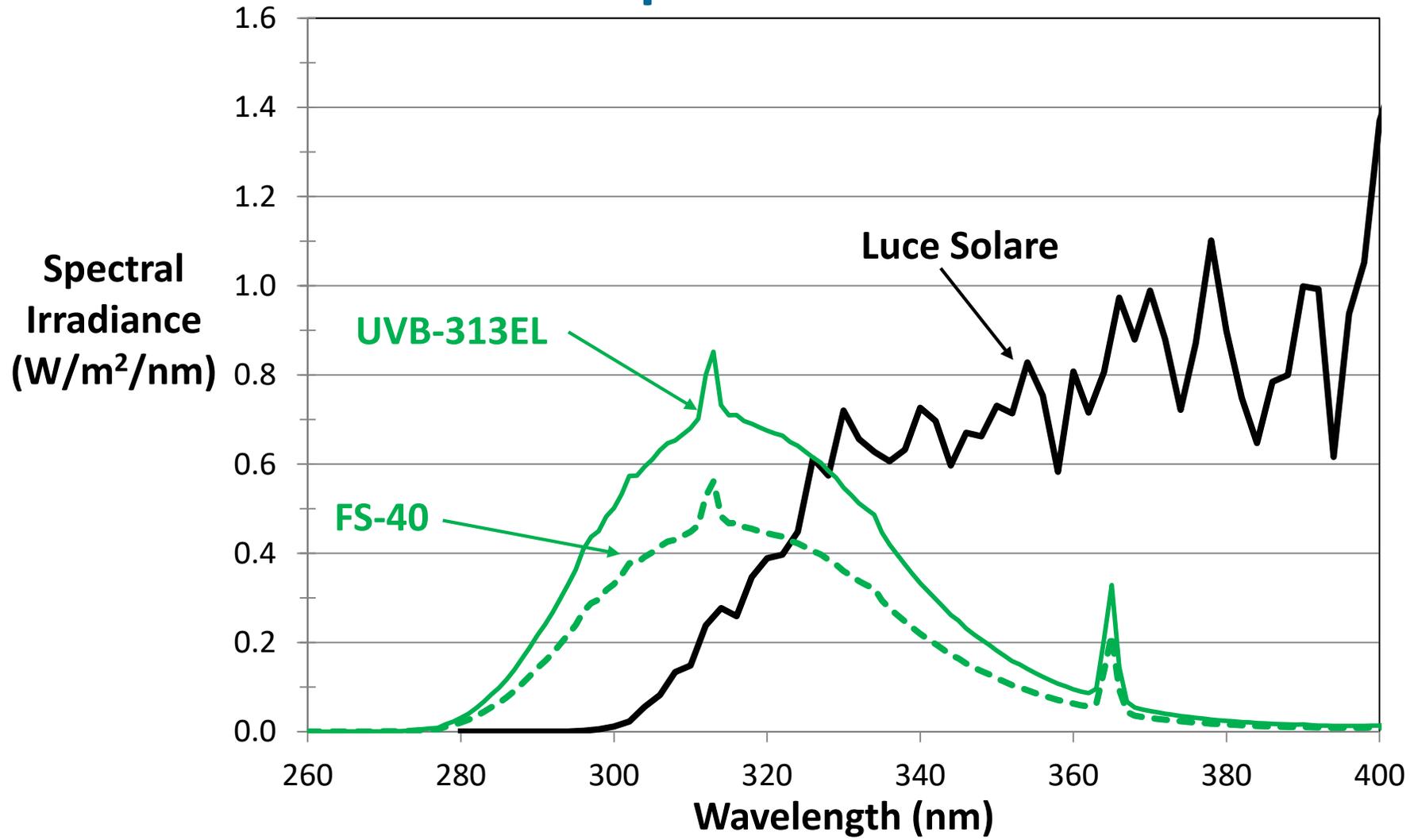
# Lampade UVA-340



# Lampade UVA-351

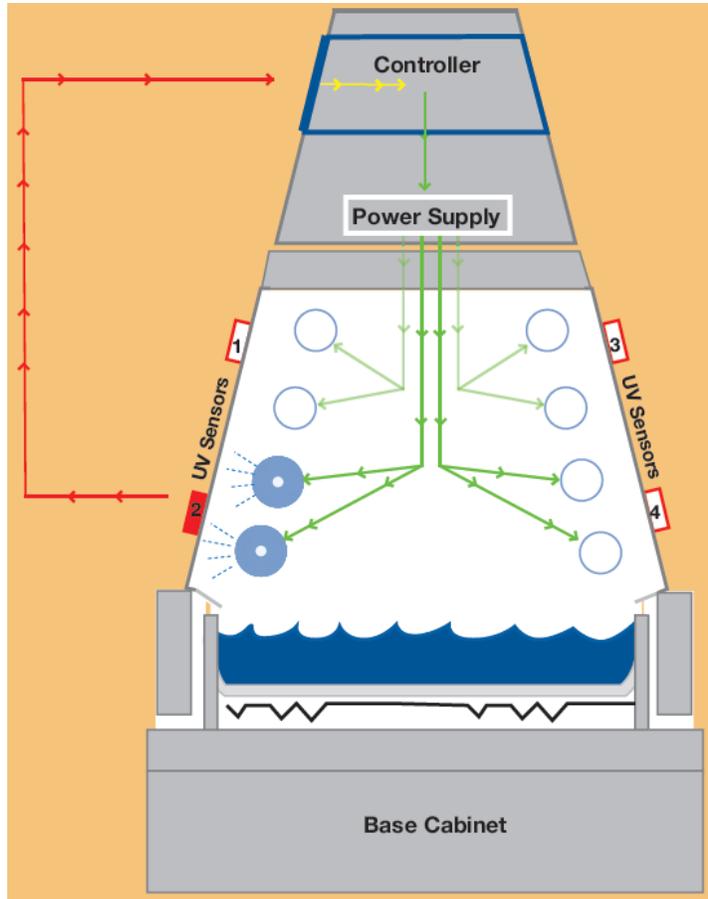


# Lampade UVB



# QUV SOLAR EYE™

## Controllo Irraggiamento



### Controllo Feedback Loop

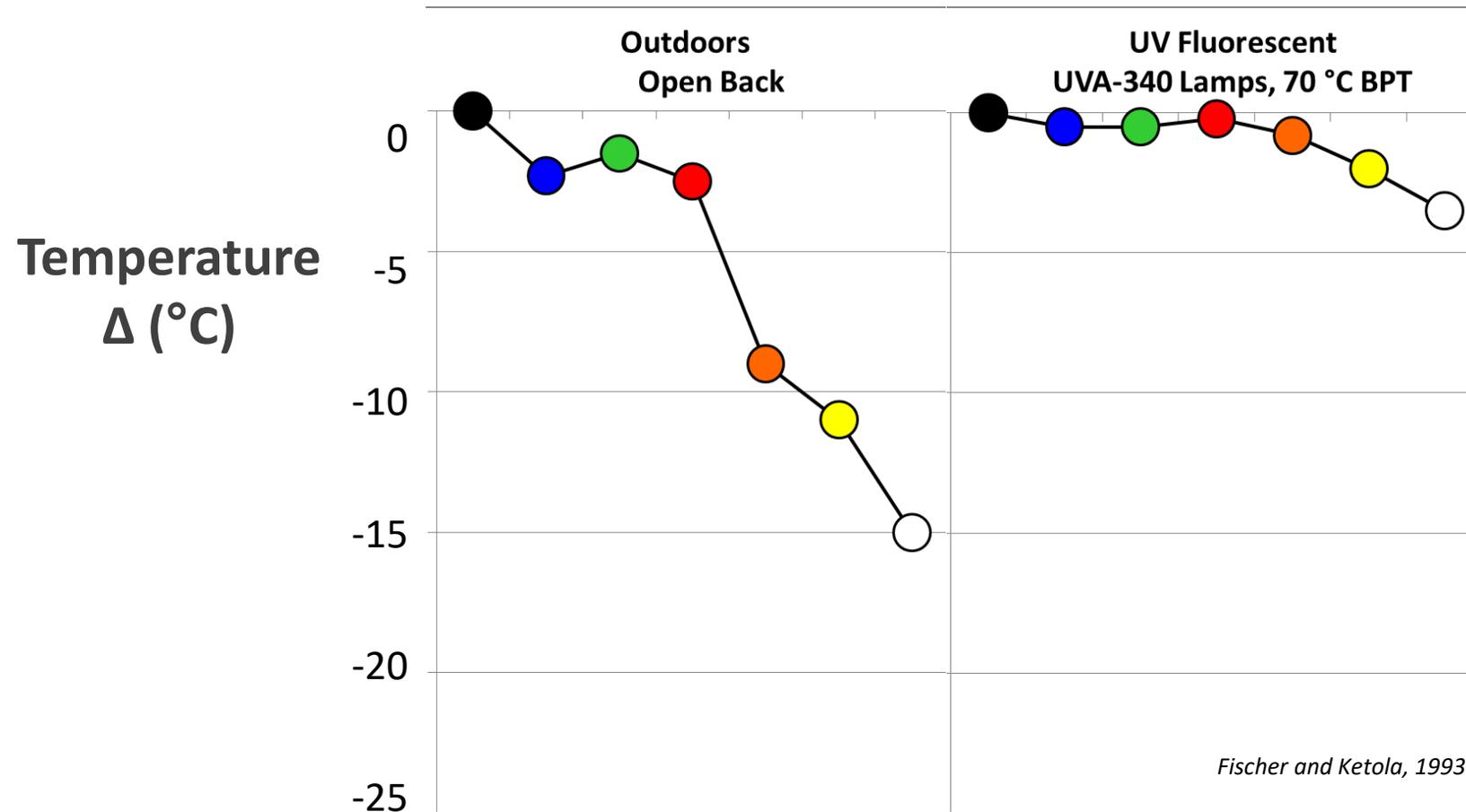
- Lampade Fluorescenti UV
- Sensore Luce
- Modulo di Controllo

# Vantaggio Lampade Fluorescenti

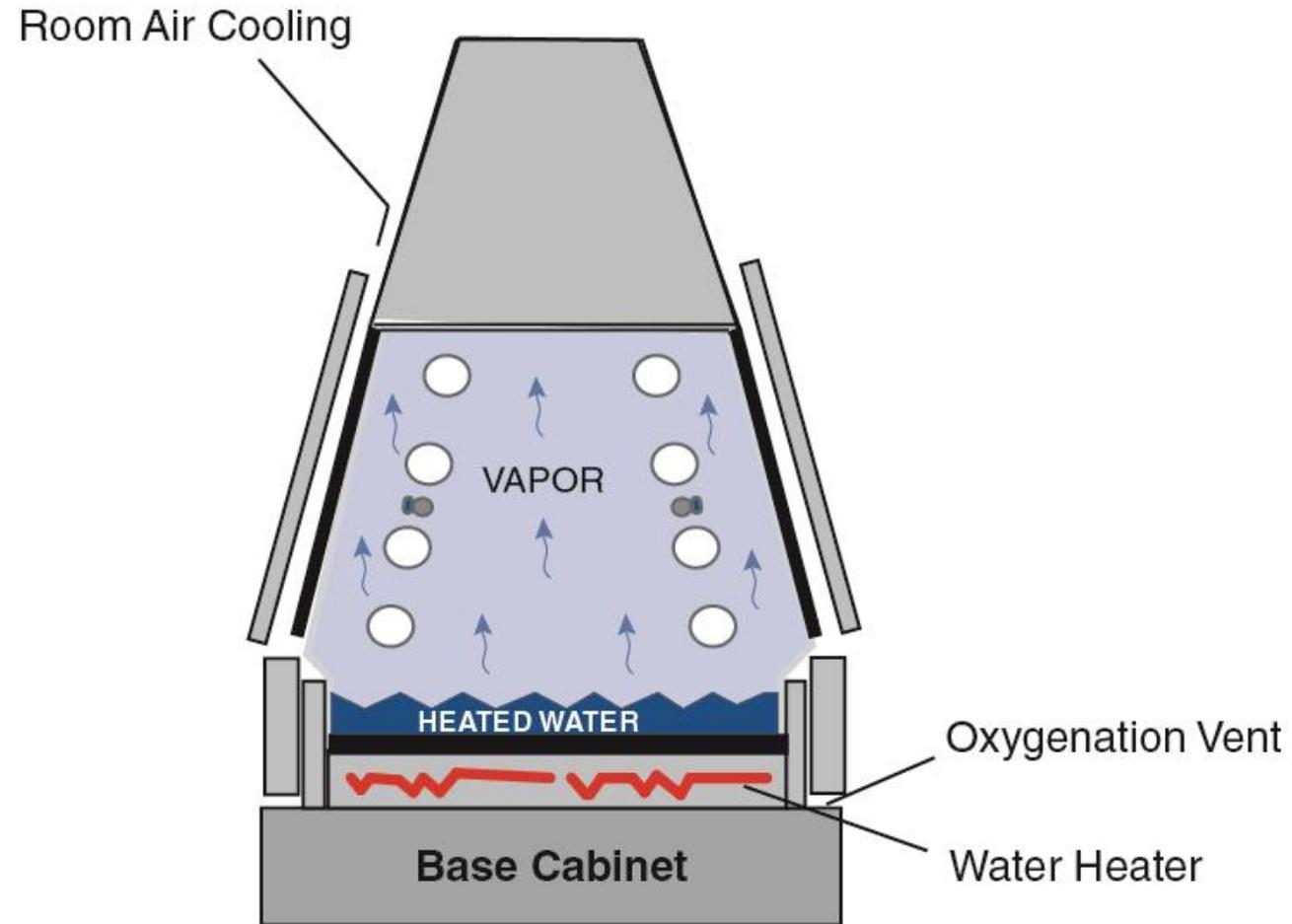
- Risultati Veloci
- Controllo Irraggiamento Semplificato
- Spettro molto stabile – no invecchiamento
- Bassi costi Manutenzione
  - Calibrazione semplice
- Costi di gestione contenuti
- Semplice e facile da mantenere

# Temperatura & Colore

Differenza di temperatura tra pannelli colorati e Black Panel



# Condensazione



# Vantaggi della Condensazione

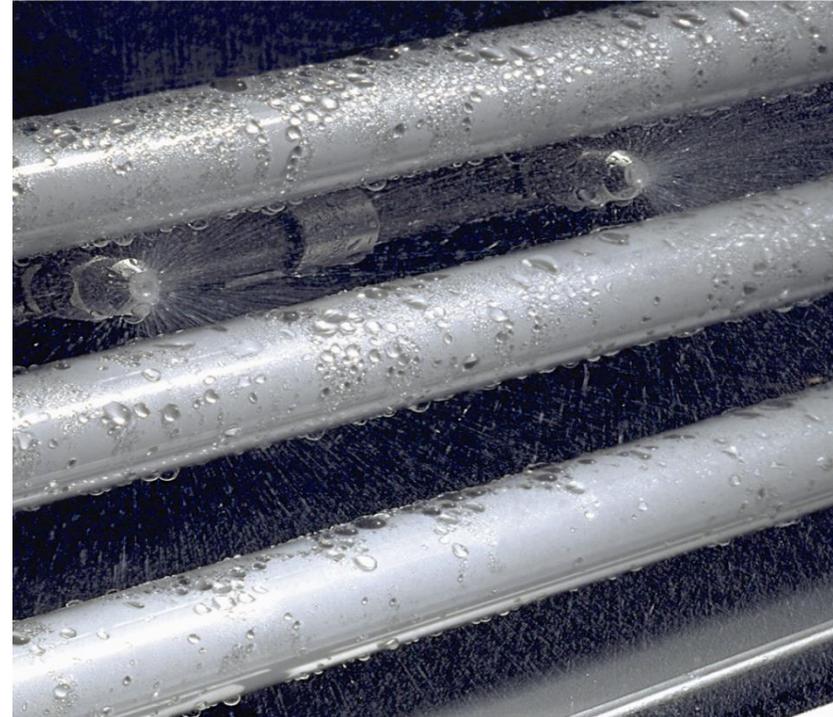
- Corrispondenza migliore con la bagnatura naturale
- Miglior modo di accelerare con acqua in uno strumento da laboratorio
- Elevata temperatura
- Alto contenuto di O<sub>2</sub>
- Lo strumento distilla l'acqua – non ci saranno depositi o macchie sui campioni! Garanzia di acqua pulita.



*Creare la Condensazione nel QUV è facile  
e non richiede costosa acqua distillata*

# Spray d'Acqua

- Assicura che tutti i campioni siano completamente saturati
- Crea erosione & shock termico



Creare spray nel QUV difficile e relativamente costoso

# Sommario UV Fluorescenti

- UVA-340 migliore simulazione delle lunghezze d'onda UV
- UVB-313 più veloci e più severe
- Spettro stabile – no invecchiamento
- Non c'è luce visibile
- Condensazione realistica e rigorosa
- Water spray disponibile ma no controllo RH

# Fluorescenti UV e Xenon Arc

## Tecnologie Complementari

### Lampade Fluorescenti UV

- UVA-340 migliore simulazione lunghezze d'onda corte UV
- UVB-313 probabilmente troppo severo
- No luce visibile
- Spettro Stabile
- No controllo RH
- Condensazione o spray d'acqua
- Economico semplice da utilizzare

### Lampade Arco Xenon

- Spettro Completo (UV-Vis-IR)
- Migliore simulazione lunghezze d'onda lunghe luce UV & visibile
- Variazione dello Spettro
- Controllo RH
- Spray d'acqua
- Sistema più complesso

# Di cosa Parleremo

- Basi dei Test di Invecchiamento
- Perché eseguire Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio?
- Test di Invecchiamento Accelerato in Laboratorio
  - Lampade Xenon
  - Lampade Fluorescenti UV
- **Elementi per un Programma di Test Efficace**

# Che tipo di Test Dovrei Eseguire?

Tipo di Test Accelerato	Risultato	Durata del Test	Risultati comparati con
Controllo qualità	Passa / non passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definito</li> <li>• Breve</li> </ul>	Specifiche del Materiale
Qualificazione / validazione	Passa / Non passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definito</li> <li>• Medio-lungo</li> </ul>	Materiale di riferimento o specifiche
Correlativo	Ordine di classifica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tempo indeterminato</li> <li>• Medio</li> </ul>	Esposizione naturale (Sito di Riferimento)
Predittivo	Durata in servizio Fattore di Accelerazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tempo indeterminato</li> <li>• Lungo</li> </ul>	Esposizione Naturale (Ambiente di Servizio)

# Riassumendo

- Identificare il tipo di test accelerato
  - I dati raccolti Outdoor sono obbligatori per test correlativi e predittivi
- Identificare l'ambiente di servizio
  - Indoor o Outdoor
  - Umido o Secco
  - Caldo o Freddo

# Riassumendo

- Seguire le Procedure Migliori
  - Continuare i test fino a definire la modalità della failure
  - Utilizzare più repliche
  - Eseguire valutazioni e riposizionamenti frequenti
- Scegliete una Architettura di Test appropriata
  - Cosa dice lo standard ?
  - Lo spettro completo è importante?
  - Quanto è importante l'assorbimento d'acqua?

# Domande?



[info@q-lab.com](mailto:info@q-lab.com)