

Espectros de acción y curvas de eficiencia. *¿Hacia nuevas unidades?*

Alicia Pons
Instituto de Óptica. CSIC

Esquema

- Radiación UV: problemas
- Espectro de acción
- BLH
- Eritema
 - MED
 - SED
- Vitamina D
 - MDD
 - SDD



Instituto
de
Óptica



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

AÑO INTERNACIONAL
DE LA LUZ 2015

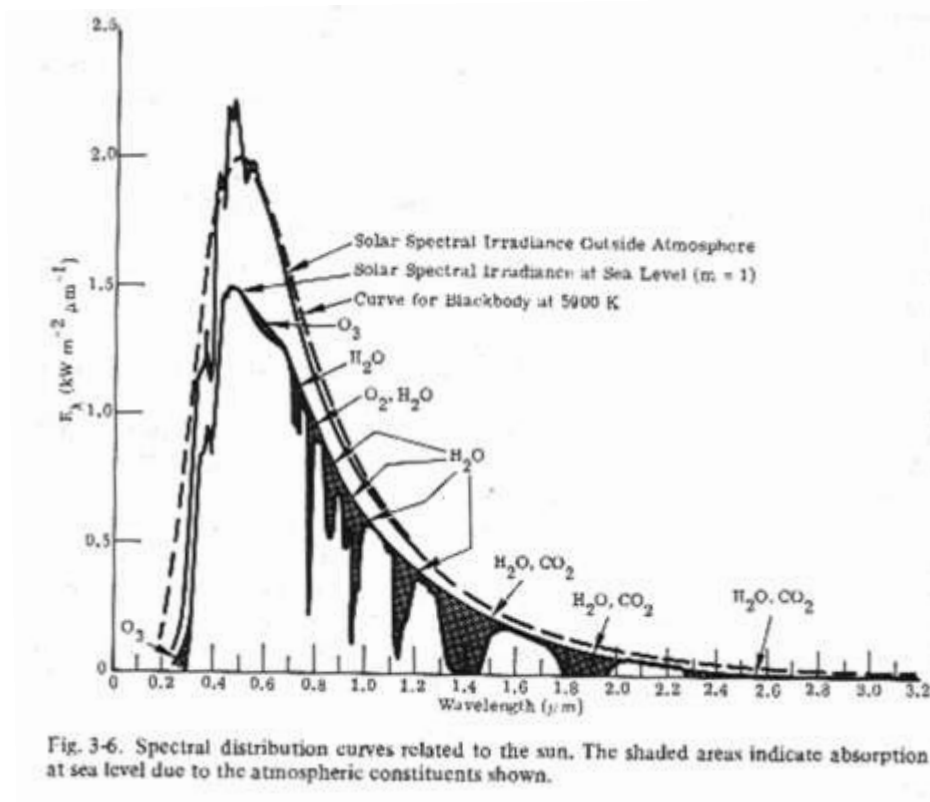


CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Radiación UV: 100 nm – 400 nm (UV A/B/C)

- Dificultad en su medida: dependencia con λ



Radiación UV

Disparidad de grupos de investigación

- λ límite entre UV-A y UV-B

	Comisión Internacional de Iluminación (CIE)	Otros (biólogos, médicos, etc.)
UV-A	400 nm – 315 nm	400 nm – 320 nm (o mayor)
UV-B	315 nm – 280 nm	320 nm – 280 nm > 290 nm
UV-C	280 nm – 100 nm	290 nm – 100 nm

- Subdivisión del UVA

- UV-A1: 315 nm – 340 nm
- UV-A2: 340 nm – 400 nm

No acepta CIE oficialmente, pero
razonable: DEFINIRLO

- Uso incorrecto de unidades

Radiación UV

Geometría compleja de los sistemas biológicos: ¿Qué magnitud medir?

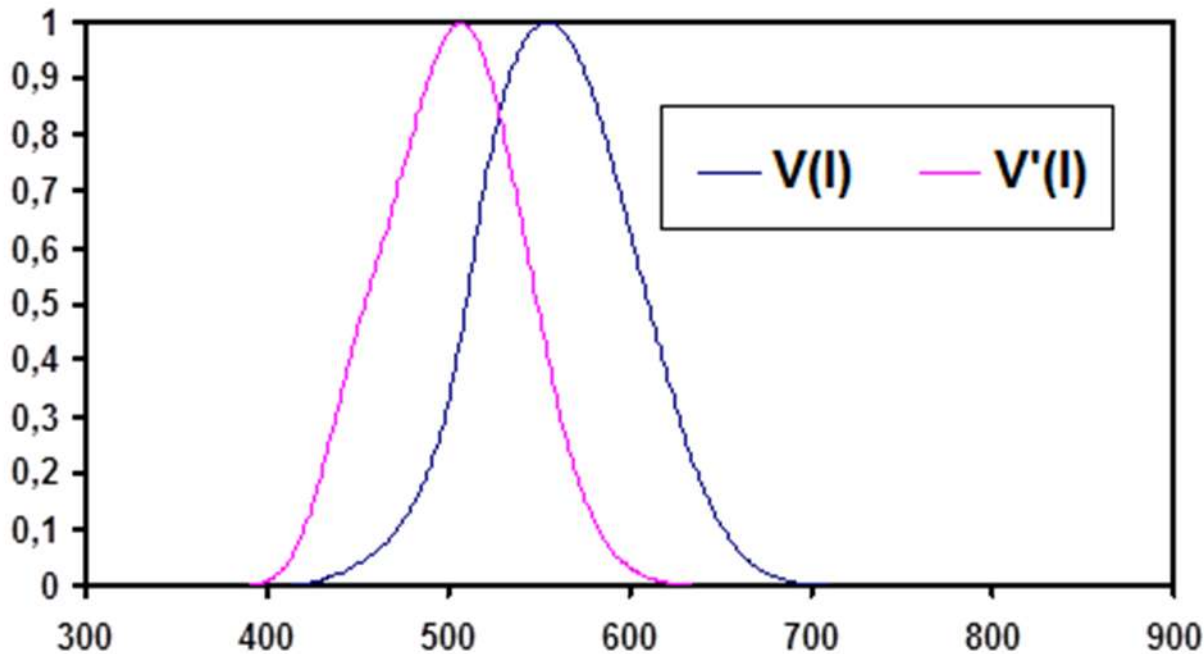
- Irradiancia (plano horizontal)
- Radiancia en función del ángulo: espectrorradiómetro multidireccional
- Irradiancia esférica: dificultad instrumental

Desarrollo de instrumentación adecuada. Efecto concreto

Espectro de acción

espectro de acción, qué rango espectral y en concreto que longitudes de onda de la radiación óptica resultan más efectivas para producir un efecto determinado.

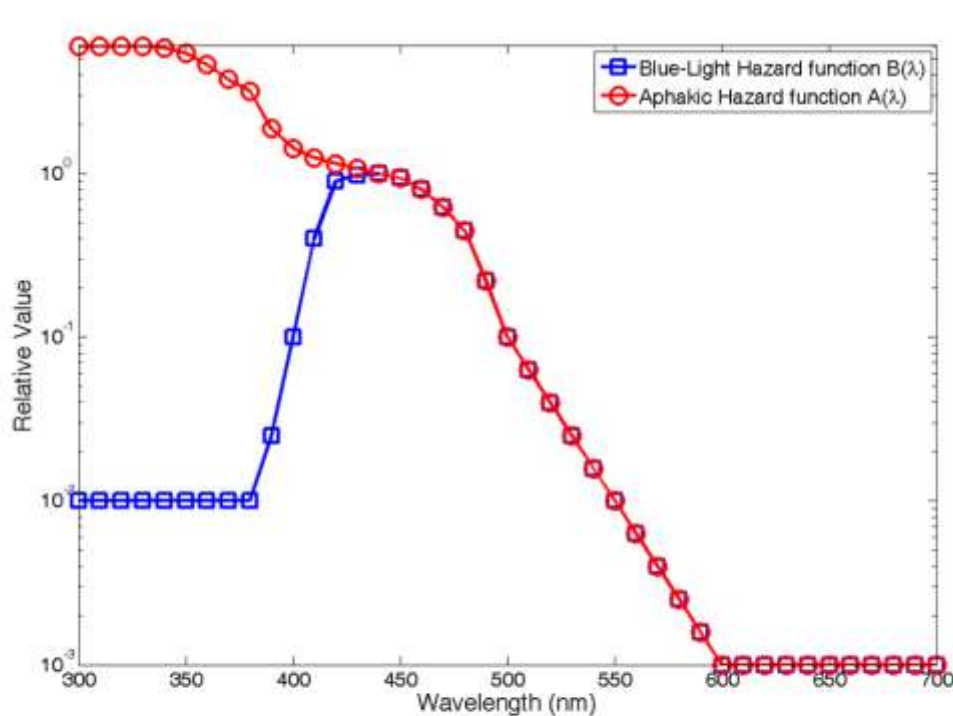
Funciones de eficiencia espectral luminosa: $V(\lambda)$ y $V'(\lambda)$



$V(\lambda)$ máximo en 555 nm

Instrumentos:
iluminancímetros

Espectro de acción: Blue Light Hazard



$$X_{blue} = \sum_{305}^{700} X_{\lambda} B(\lambda) \Delta\lambda$$

Instrumentos de medida:

$\lambda \leq 380$ nm??

Figure 1 : Spectral weighting functions for retinal hazards A (λ) (aphakic eye) and B (λ) (normal eye).

BLH: medida

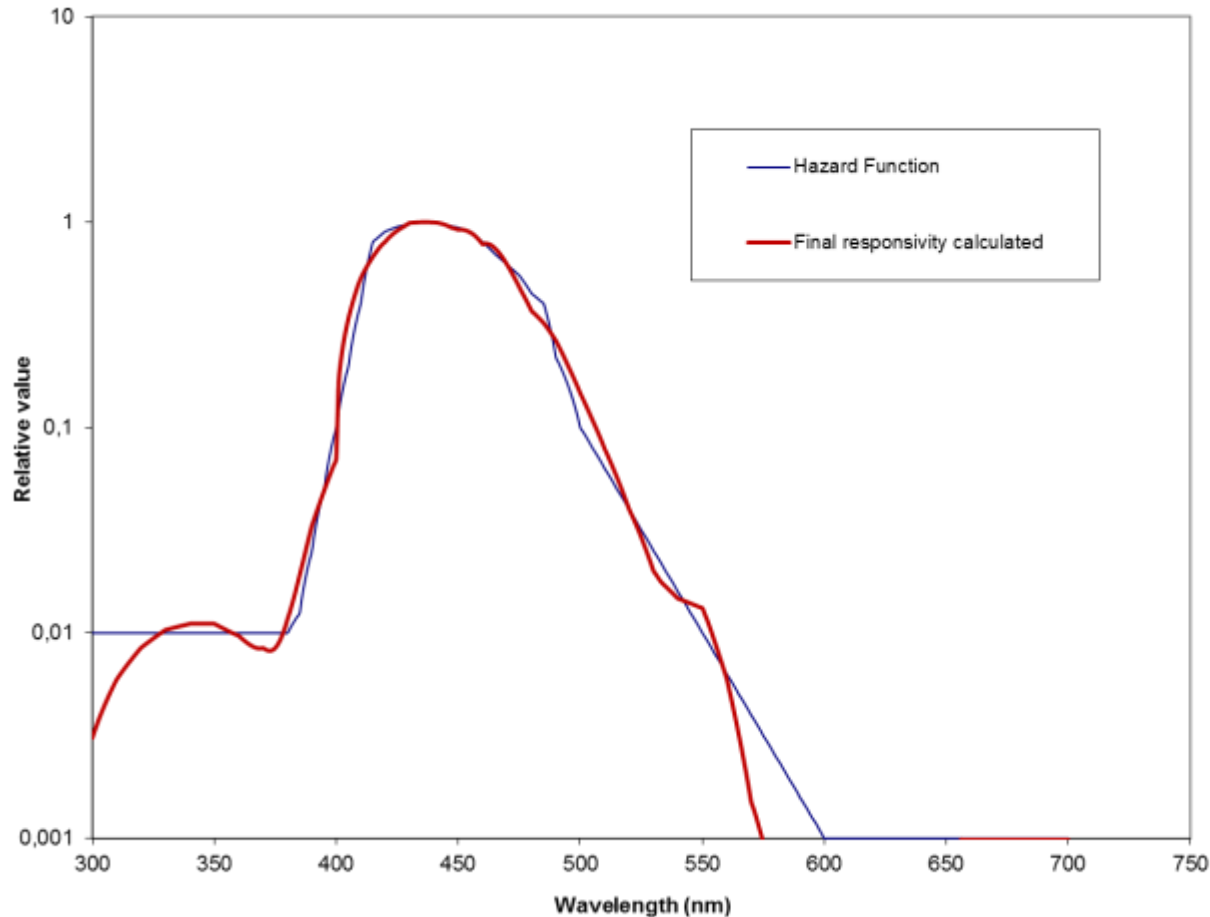
Filtrado óptico: modificar la respuesta de un detector para su ajuste a un efecto determinado

Solución teórica: $B(\lambda) = \alpha T(\lambda)R(\lambda)$

Un detector	Dos detectores
Fotomultiplicador	SiC Fotodiodo (UV) + Si fotodiodo (Vis)
Fotodiodo de silicio	GaP fotodiodo (UV) + Si fotodiodo (Vis)

Visible		UV region	
Filtros	Espesor (mm)	Filtros	Espesor(mm)
BG13	4	UG5	1
BG18	0,6	UG11	3
BG24A	2,5		
BG34	2,7		
FG13	0,7		

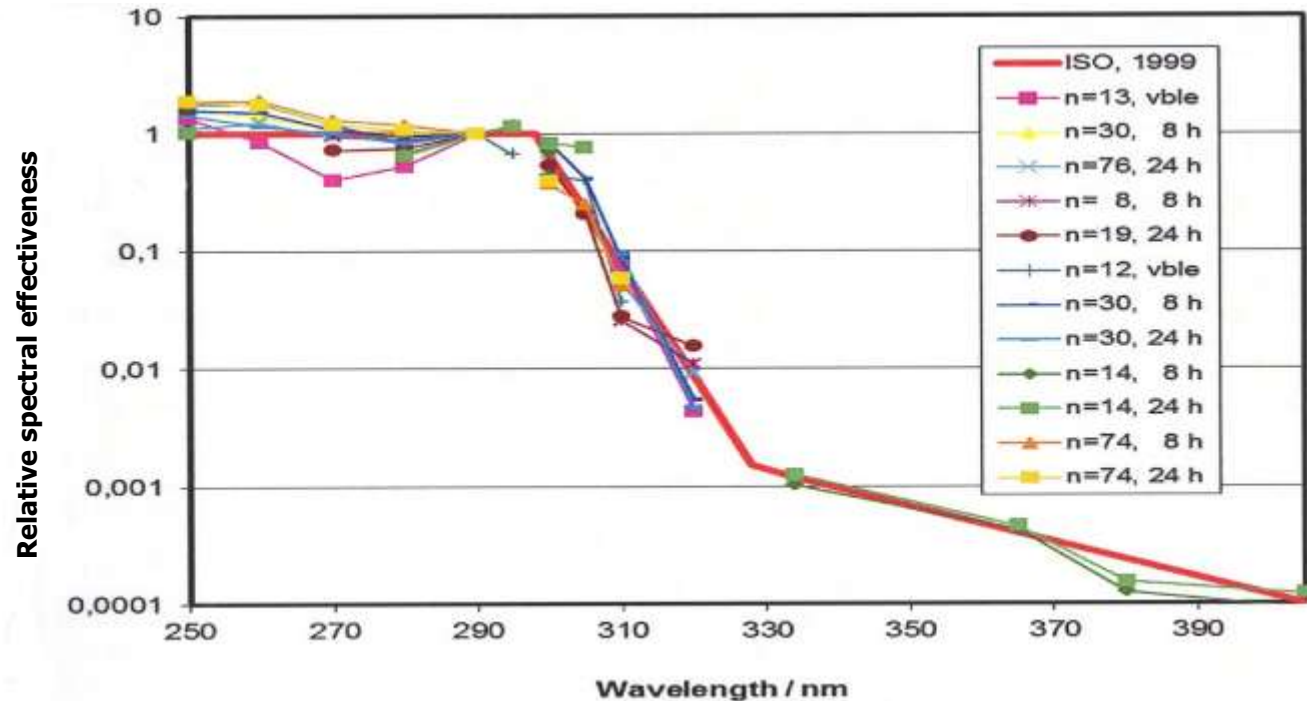
Solución teórica



Fase de construcción:

- Filtros reales T distinta
- Rel. áreas: electrónica
- Difusor

Espectro de acción: eritema



$$s_{er}(\lambda) = 1.0$$

$$250 \text{ nm} \leq \lambda \leq 298 \text{ nm}$$

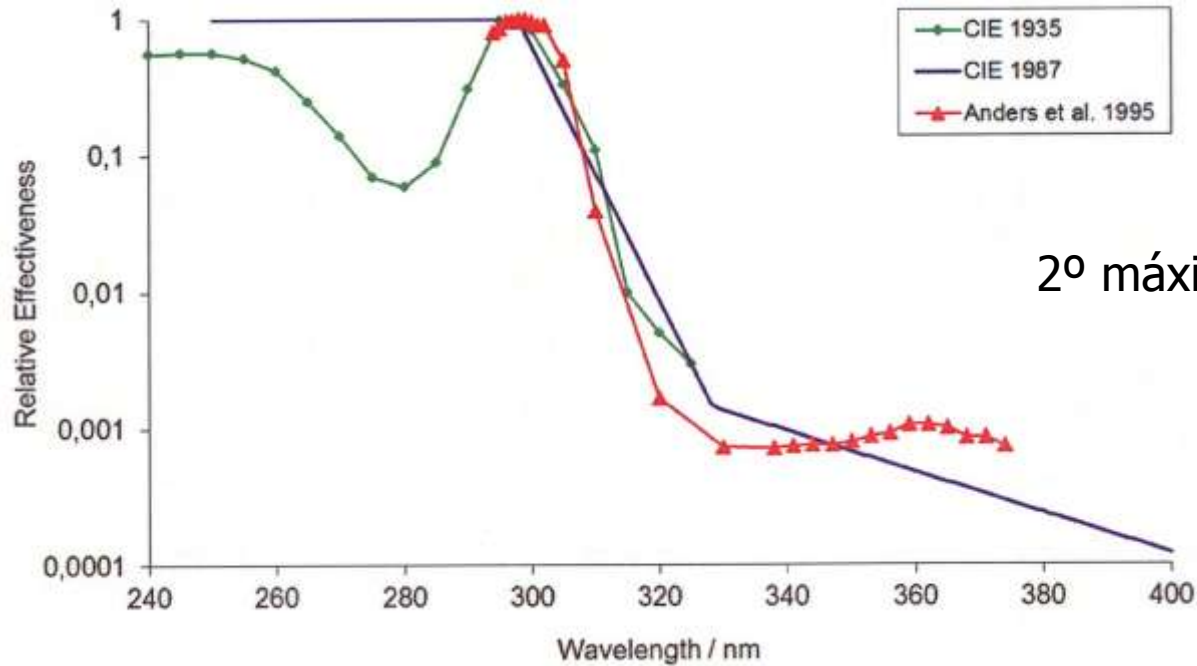
$$s_{er}(\lambda) = 10^{0,094 (298 - \lambda)}$$

$$298 \text{ nm} \leq \lambda \leq 328 \text{ nm}$$

$$s_{er}(\lambda) = 10^{0,015 (140 - \lambda)}$$

$$328 \text{ nm} \leq \lambda \leq 400 \text{ nm}$$

Espectro de acción: eritema



$$s_{er}(\lambda) = 1.0$$

$$250 \text{ nm} \leq \lambda \leq 298 \text{ nm}$$

$$s_{er}(\lambda) = 10^{0,094 (298 - \lambda/nm)}$$

$$298 \text{ nm} \leq \lambda \leq 328 \text{ nm}$$

$$s_{er}(\lambda) = 10^{0,015 (140 - \lambda/nm)}$$

$$328 \text{ nm} \leq \lambda \leq 400 \text{ nm}$$

Irradiancia efectiva y dosis

$$E_{er} = \int E_{\lambda} s_{er}(\lambda) d\lambda \qquad E_{er} = \sum E_{\lambda} s_{er}(\lambda) d\lambda$$

W. m⁻²

Norma UNE-EN 60335-2-27. Requisitos particulares para aparatos para la exposición de la piel a las radiaciones ultravioletas e infrarrojas

- Irradiancia efectiva total < 0,3 W. m⁻²
- Irradiancia total (sin pesar por el espectro de acción) < 0,003 W·m⁻² (200 nm – 280 nm)

Radiómetros cuya respuesta se ajuste al espectro de acción.
Espectrorradiómetros.

Irradiancia efectiva y dosis

$$E_{er} = \int E_{\lambda} s_{er}(\lambda) d\lambda \qquad E_{er} = \sum E_{\lambda} s_{er}(\lambda) d\lambda$$

W. m⁻²

$$H_{er} = E_{er} t \qquad \text{J. m}^{-2}$$

- Que nombre darle a esa cantidad ?
- Cual debe ser la equivalencia numérica en unidades radiométricas ?



Instituto
de
Óptica



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

AÑO INTERNACIONAL
DE LA LUZ 2015



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Dosis: MED

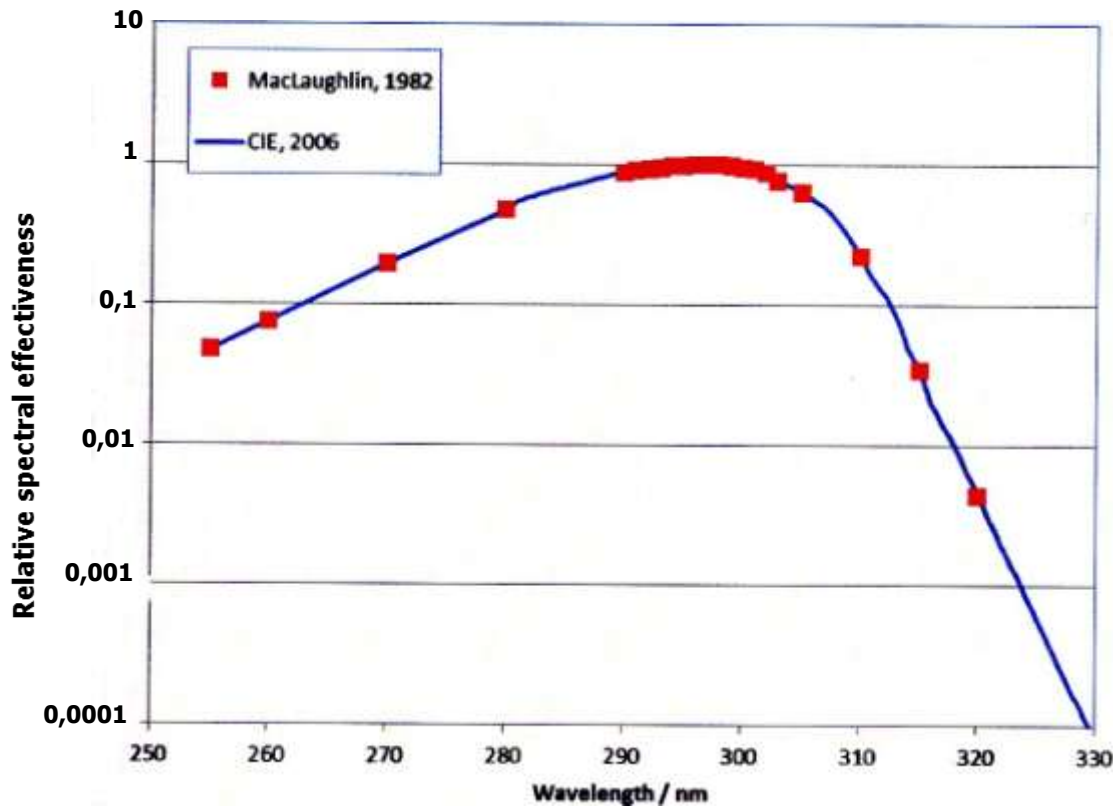
MED: mínima dosis de eritema. Cantidad mas pequeña de radiación que produce un enrojecimiento apreciable.

- Se define en términos de efecto de quemadura no en unidades del SI
- Diferentes definiciones: MPED o MED
- Dependencia con el tipo de piel (contenido en melanina y fototipo)
- Dependencia con el área de exposición, sexo y edad

SED (standard erythema dose): cantidad puramente física, independiente del tipo de piel: equivalente a una exposición radiante efectiva de 100 J.m^{-2}

Para pieles de tipos I a IV MED equivalente a 1.5 SED a 6 SED

Vitamina D



Curva digitalizada

SDD: definida en términos de Respuesta fotobiologica. Mínima Dosis requerida para mantener niveles adecuados de vitamina D

↓
MDD

Nueva definición de SDD: equivalente a una exposición radiante efectiva de 100 J.m^{-2}

Conclusiones

- Cambios en los espectros de acción que reflejen mejor la realidad
- Geometría 3D a tener en cuenta
- Radiancia espectral espacial en lugar de irradiancia espectral
- Revisar las definiciones de dosis asociadas a la producción de vitamina D

Gracias por su atención



Instituto
de
Óptica



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

AÑO INTERNACIONAL
DE LA LUZ 2015



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS