



MÉTODO CORRELATED K-DISTRIBUTION PARA EL ESTUDIO DEL TRANSPORTE RADIATIVO EN LA ATMÓSFERA DE MARTE

ÍNDICE:

- **Introducción**
- **Objetivos**
- **Concepto y orígenes de k-distribution**
- **Incorrelación del método**
- **Resultados preliminares**
- **Resumen**

Javier Ruiz Madrona
Instituto de Astrofísica de Andalucía /
CSIC
8-6-2011

INTRODUCCIÓN

¿ Cómo es nuestra sistema a estudiar?

Gas cuyas magnitudes presión y temperatura varían en una sola dirección, la altura.

Existe un campo radiativo en cada punto de nuestro sistema.

Interacción gas-campo de radiación cumpliéndose

**→ Ley de
Bouguer-Lambert
→ Ley de Kirchhoff**

Ecuación de transporte radiativo

$$dI = -IK \rho dz + Bk \rho dz$$

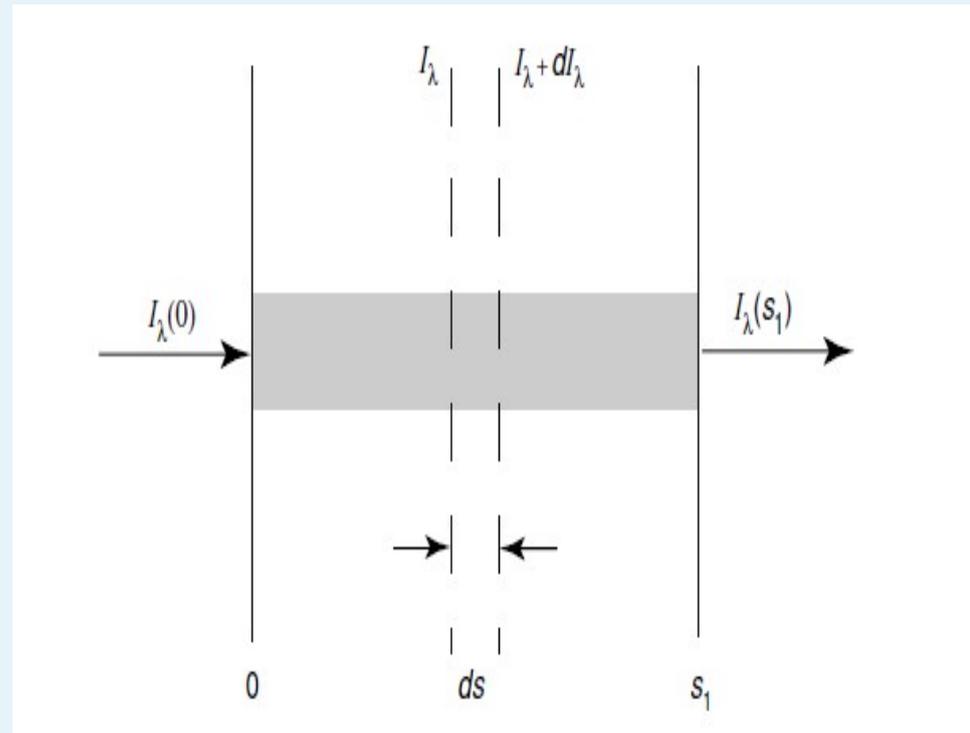
I : Intensidad de radiación

K : Coeficiente de absorción

B : Emisión cuerpo negro

ρ : Densidad

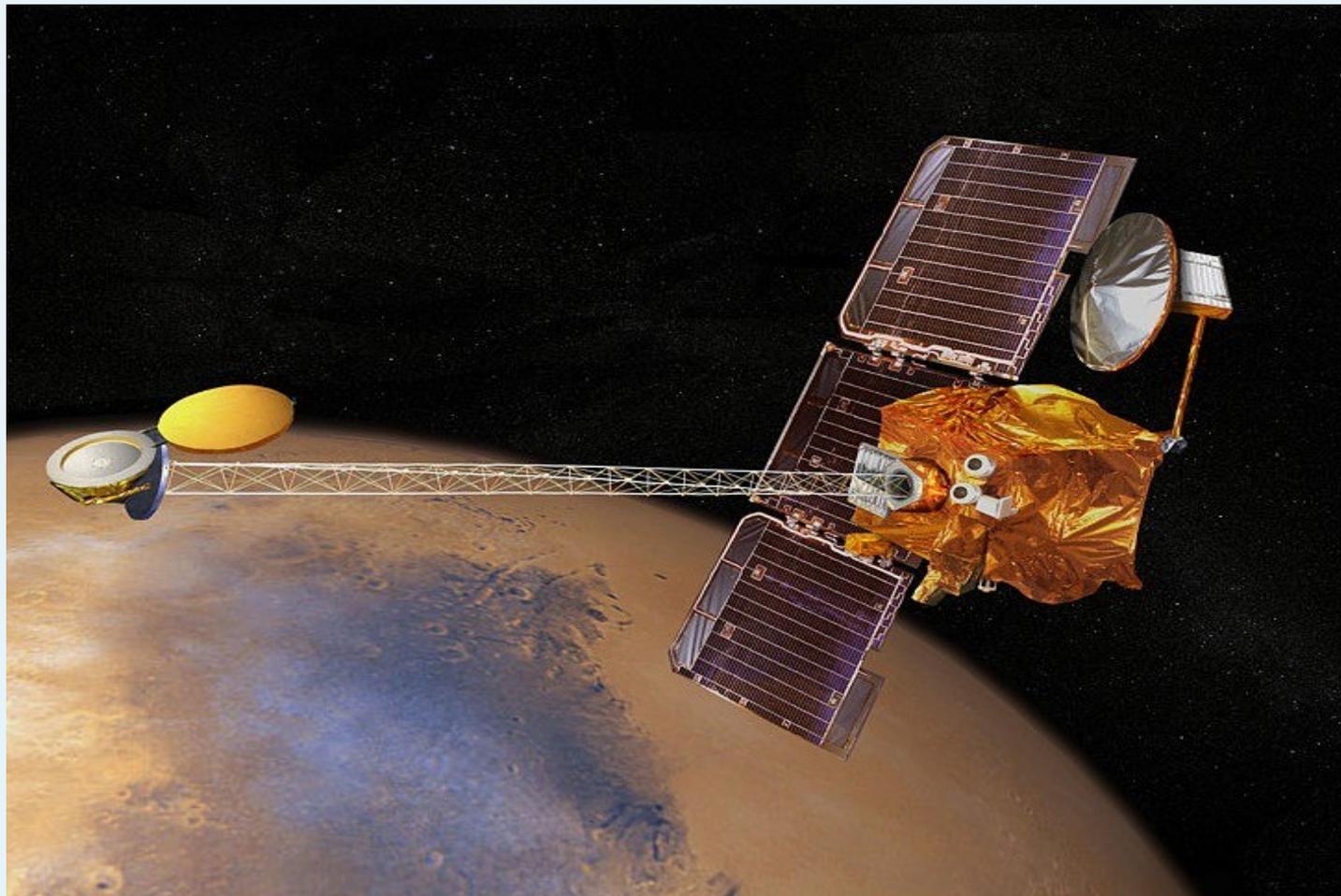
dz : Longitud diferencial



Descripción del campo radiativo en Marte



→ Modelos de sondeo remoto atmosférico



Descripción del campo radiativo en Marte



→ Modelos de sondeo remoto atmosférico

→ Influencia del polvo



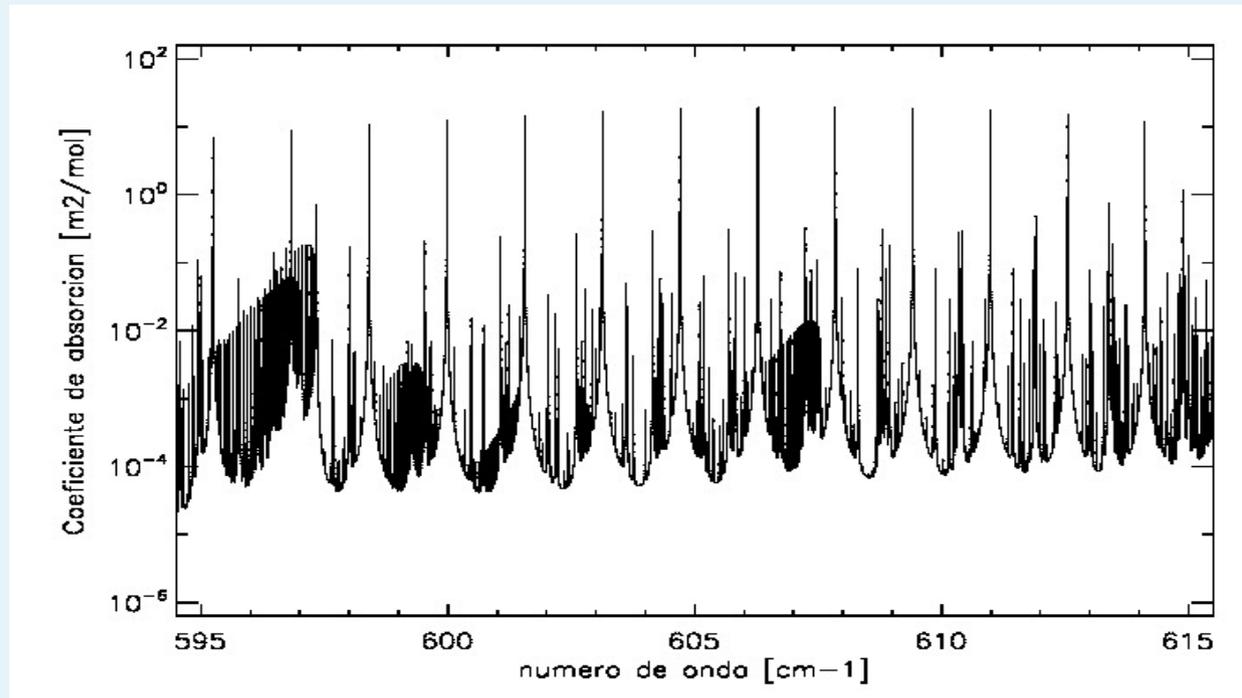
Descripción del campo radiativo en Marte



- Modelos de sondeo remoto atmosférico**
- Influencia del polvo**
- Influencia del CO₂ en la región infrarroja**
- Papel del ozono y vapor de agua**

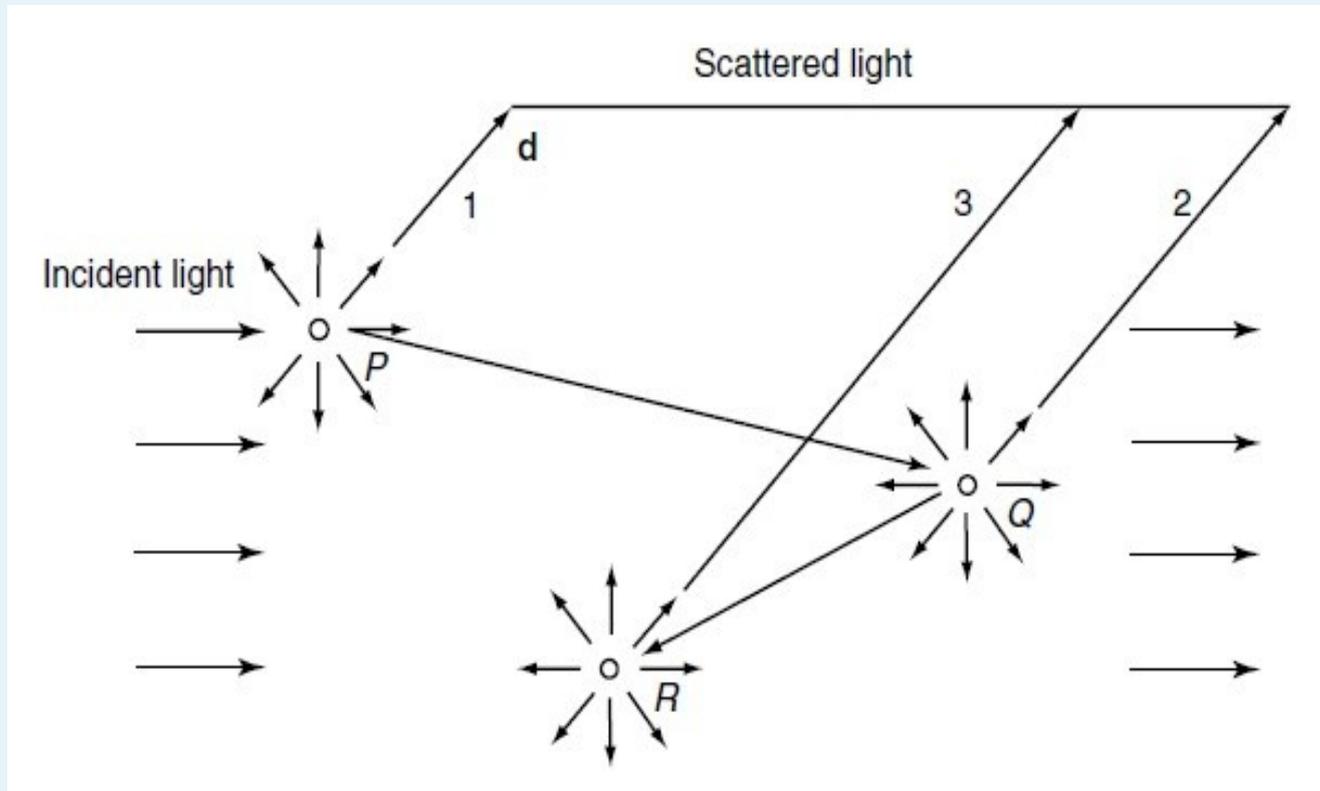
¿Que dificultades conlleva la descripción del campo radiativo en Marte?

Compleja espectroscopía del CO_2 , CH_4 ,
 H_2O , O_3



¿Que dificultades conlleva la descripción del campo radiativo en Marte?

Compleja dispersión (scattering) del polvo

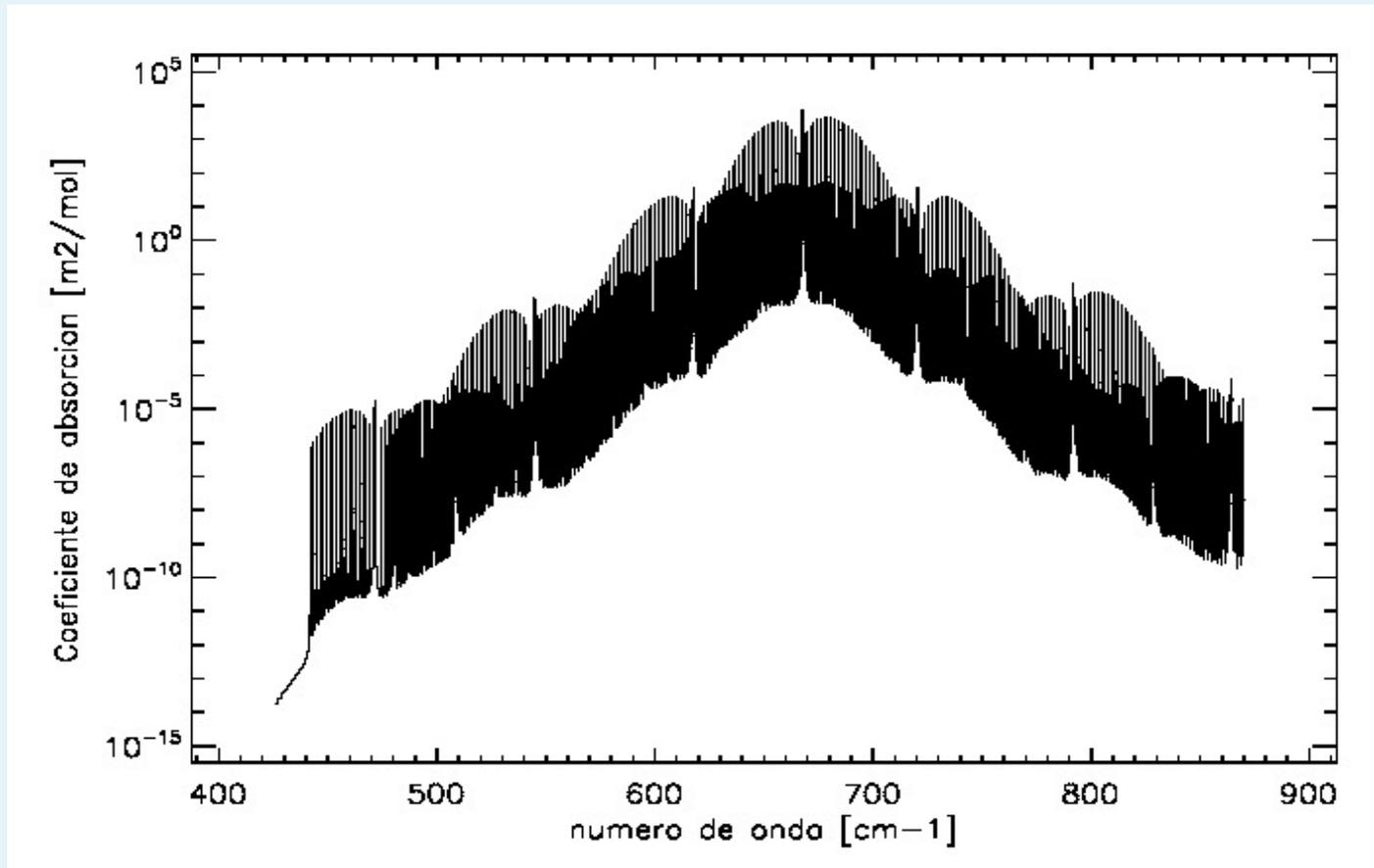


OBJETIVOS DE NUESTRA INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE RADIACIÓN INFRARROJA

- 1) Disminuir el tiempo de computación en los cálculos que determinan la capacidad de la atmósfera marciana para transmitir la radiación atmosférica en la región infrarroja.**
- 2) Conocer el flujo radiativo existente en cada punto de la atmósfera.**
- 3) Contribuir al estudio de la influencia del transporte radiativo en el balance energético de la atmósfera.**
- 4) Disponer de un método flexible que permita acoplar el polvo atmosférico.**

ORÍGENES Y CONCEPTO DE K-DISTRIBUTION

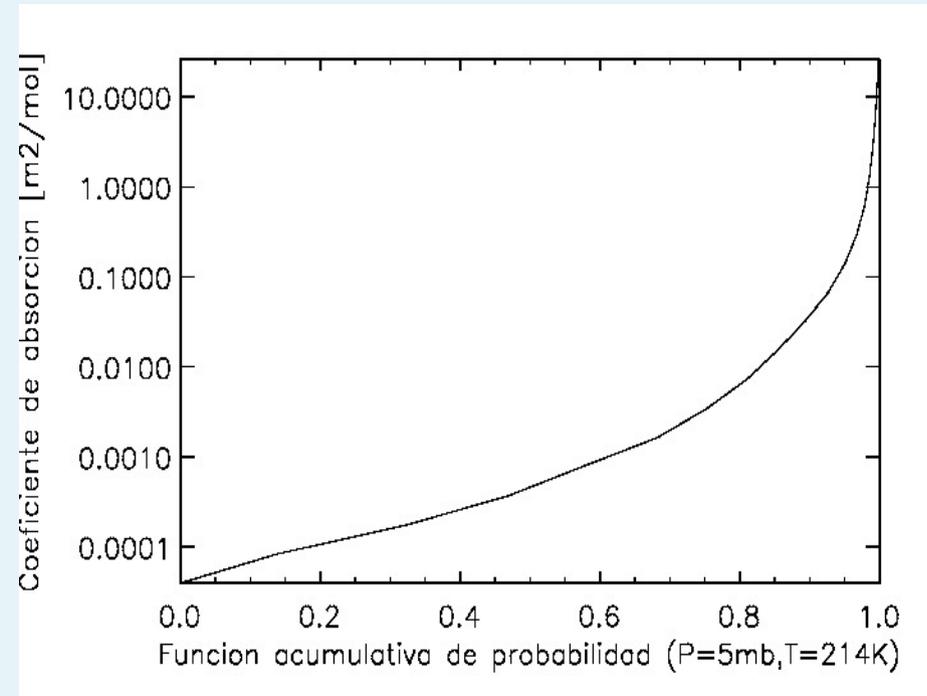
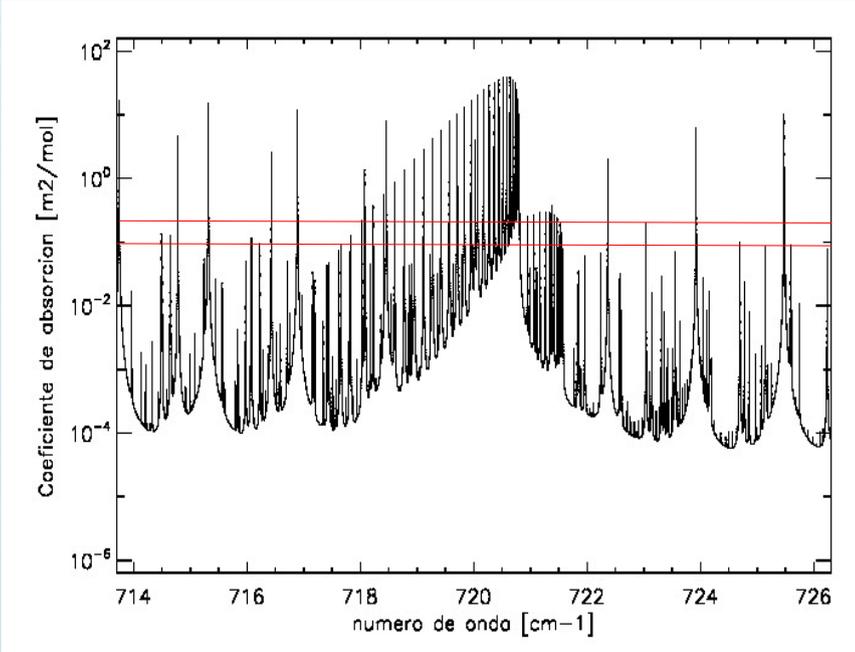
→ Necesidad de menor gasto computacional



ORÍGENES Y CONCEPTO DE K-DISTRIBUTION

- Necesidad de menor gasto computacional
- Evaluación de los modelos
- Década de los 80 → GISS: tasas de calentamiento atmosférico en modelos 3-D
- Década de los 90 → desarrollo para el estudio del scattering.
- Instituto de Astrofísica → atmósfera de planetas gigantes

Método k-distribution

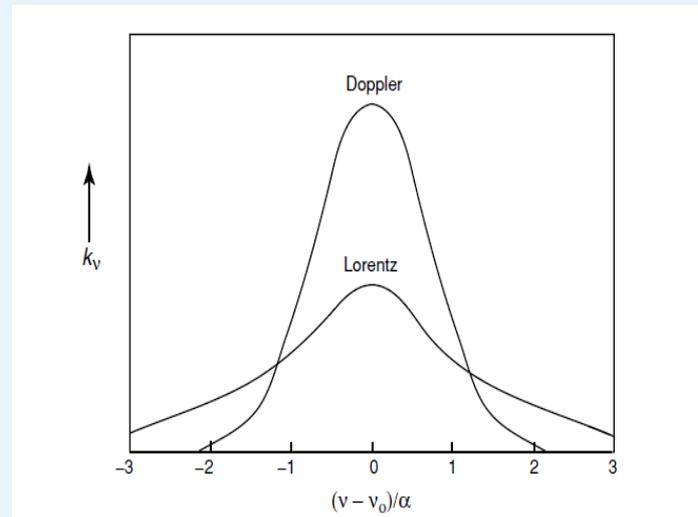


Para cada intervalo en el coeficiente de absorción, disponemos de una solución de la ecuación de transporte radiativo, otorgándole un peso proporcional a la probabilidad correspondiente a dicho intervalo.

Espacio en número de onda \rightarrow espacio de probabilidad

INCORRELACIÓN EN EL MÉTODO

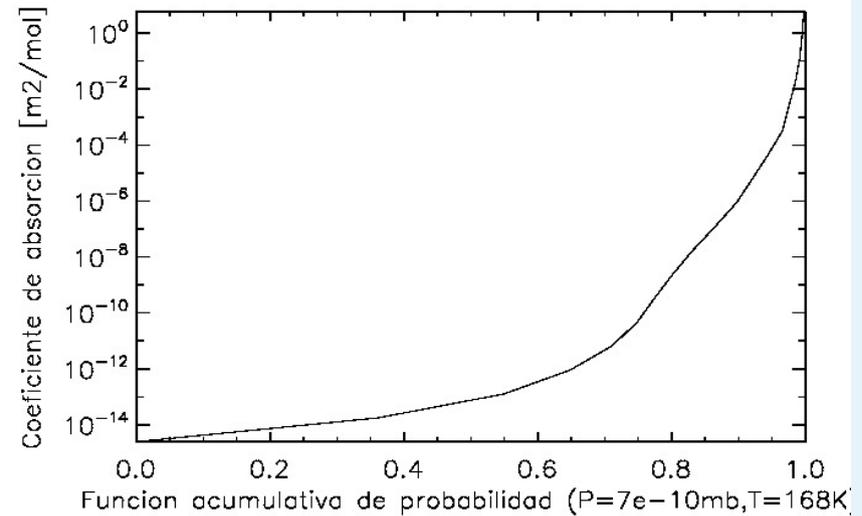
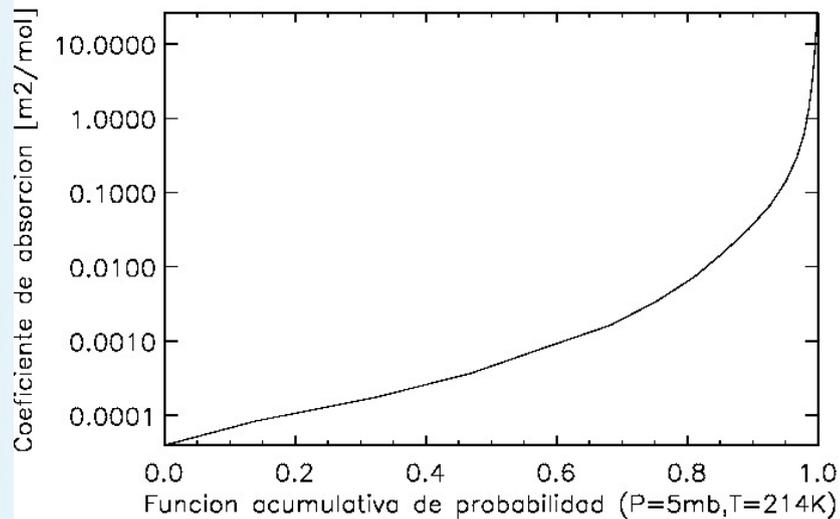
Función de probabilidad → Definida para condiciones fijas de presión y temperatura.



Radiación atmosférica → Suma de diferentes radiaciones que provienen de capas atmosféricas a diferentes niveles de presión y temperatura.

Correlated k-distribution

FUNCIONES DE PROBABILIDAD EN LA REGIÓN ESPECTRAL [715,725]cm⁻¹

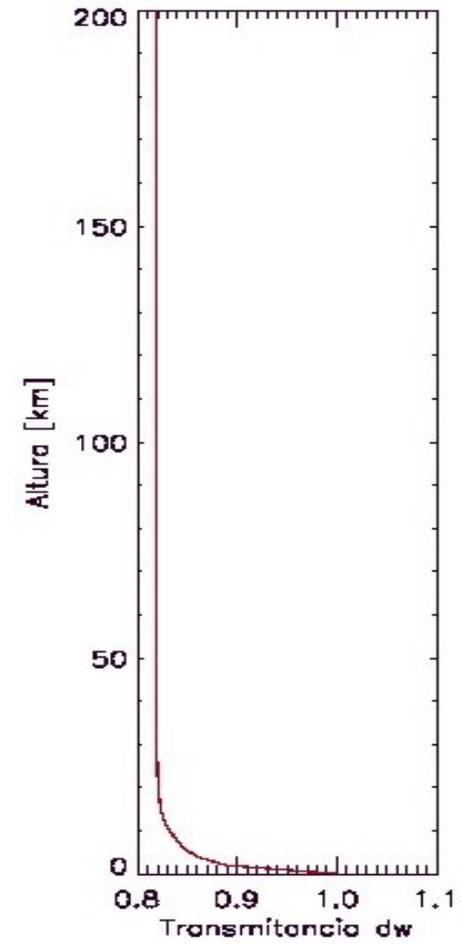
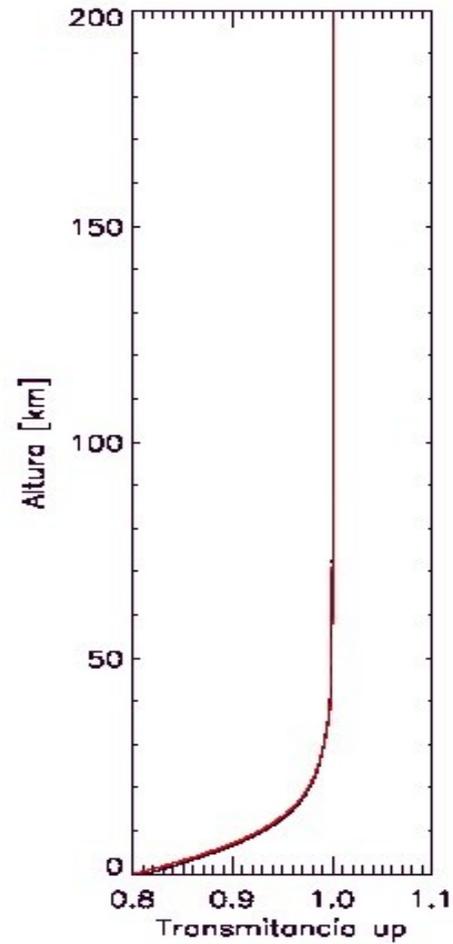
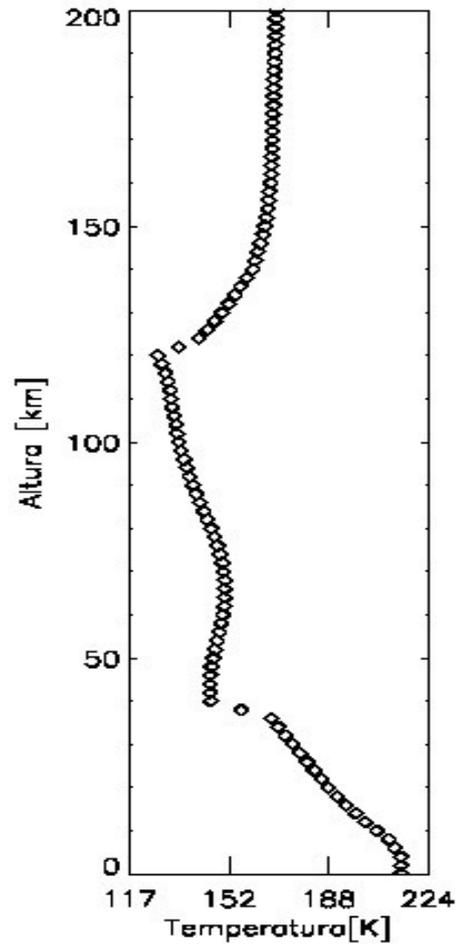


Técnicas a usar para el tratamiento de la correlación

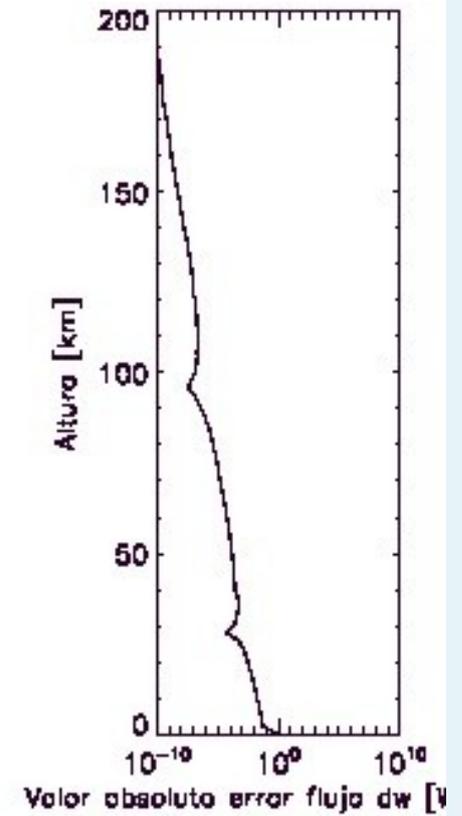
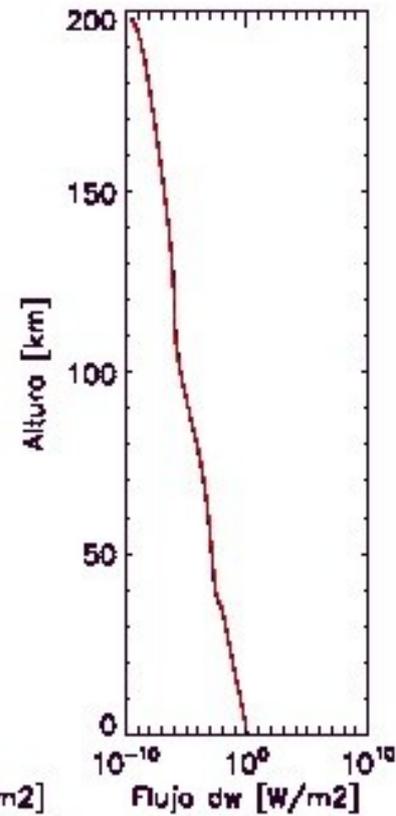
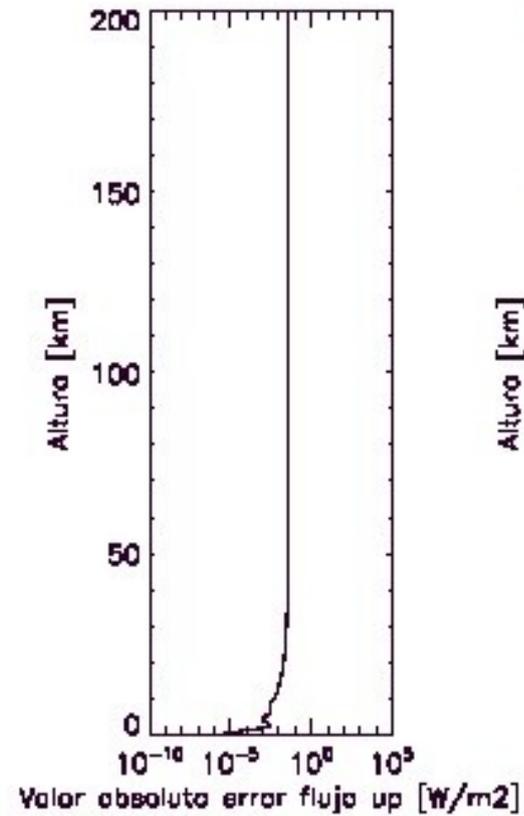
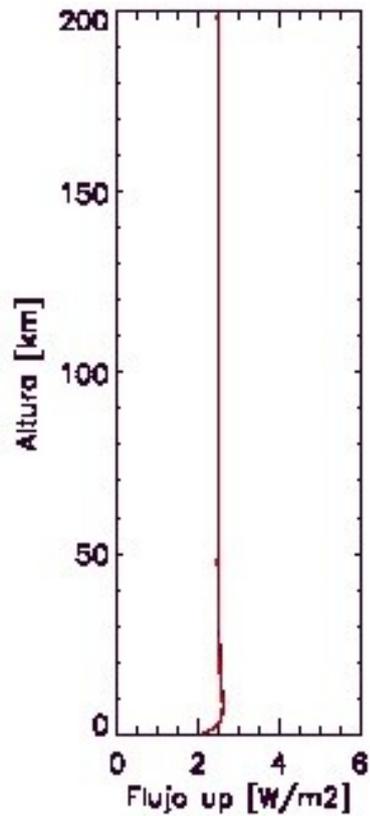
- 1) División óptima de intervalos
- 2) Uso de propiedades de transmitancias

RESULTADOS DEL MODELO

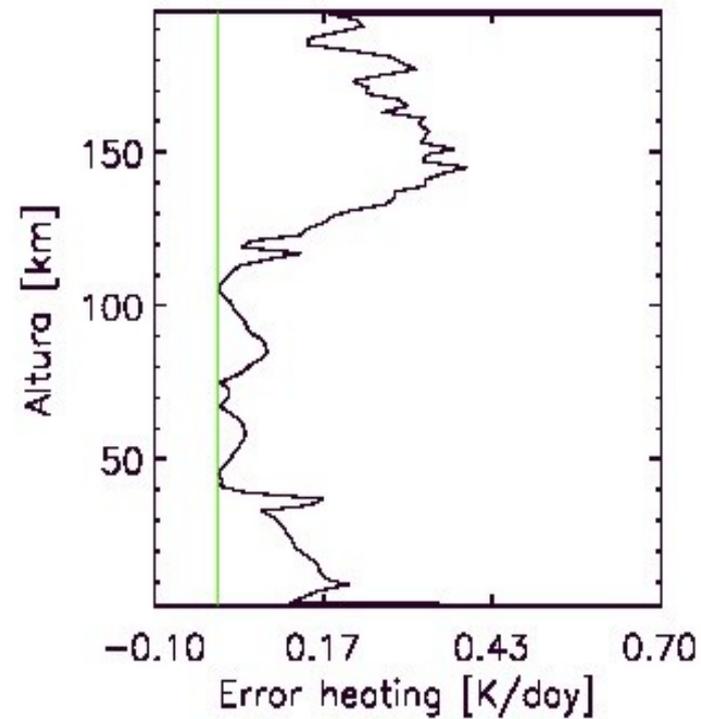
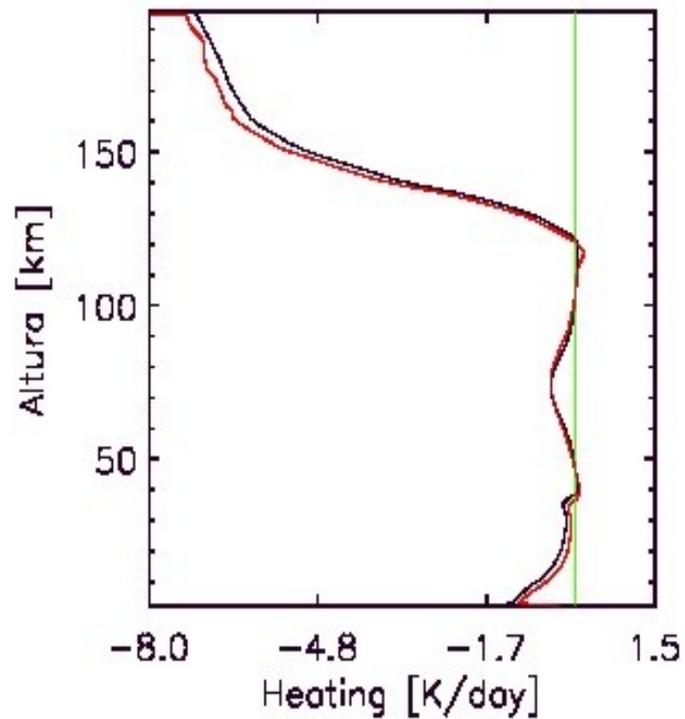
Transmitancia en la región espectral (570-600)cm⁻¹



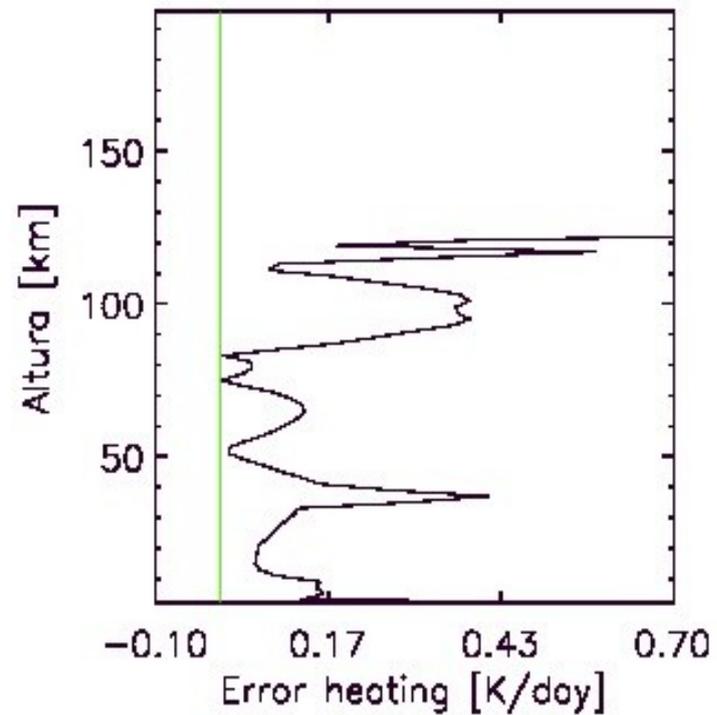
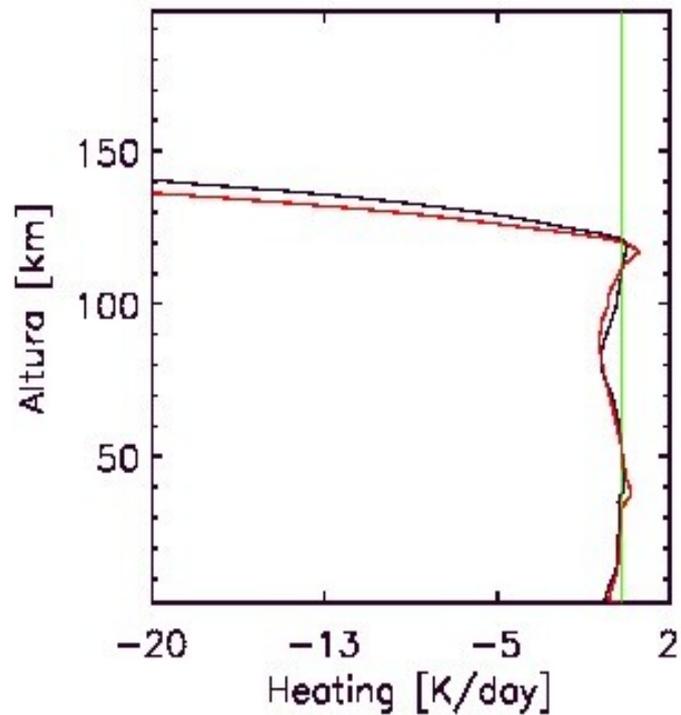
Flujo radiativo en la región espectral (570-600)cm⁻¹



Tasa de calentamiento-enfriamiento en la región espectral (570-600)cm⁻¹



Tasa de calentamiento-enfriamiento en la región espectral (715-725)cm-1



RESUMEN

El método k-correlated, a partir de soluciones de la ecuación de transporte radiativo correspondientes a un intervalo en el coeficiente de absorción, asigna a cada una de ellas una probabilidad que va asociada a la dependencia del coeficiente de absorción con el número de onda.

Aspectos cruciales :

El tiempo de computación disminuye drásticamente.

Grandes variaciones de temperatura con la altura conllevan variaciones en la función de probabilidad acumulativa que afectan a la precisión del método.

Trabajo futuro:

Acelerar más el código mediante tabulaciones del coeficiente de absorción.

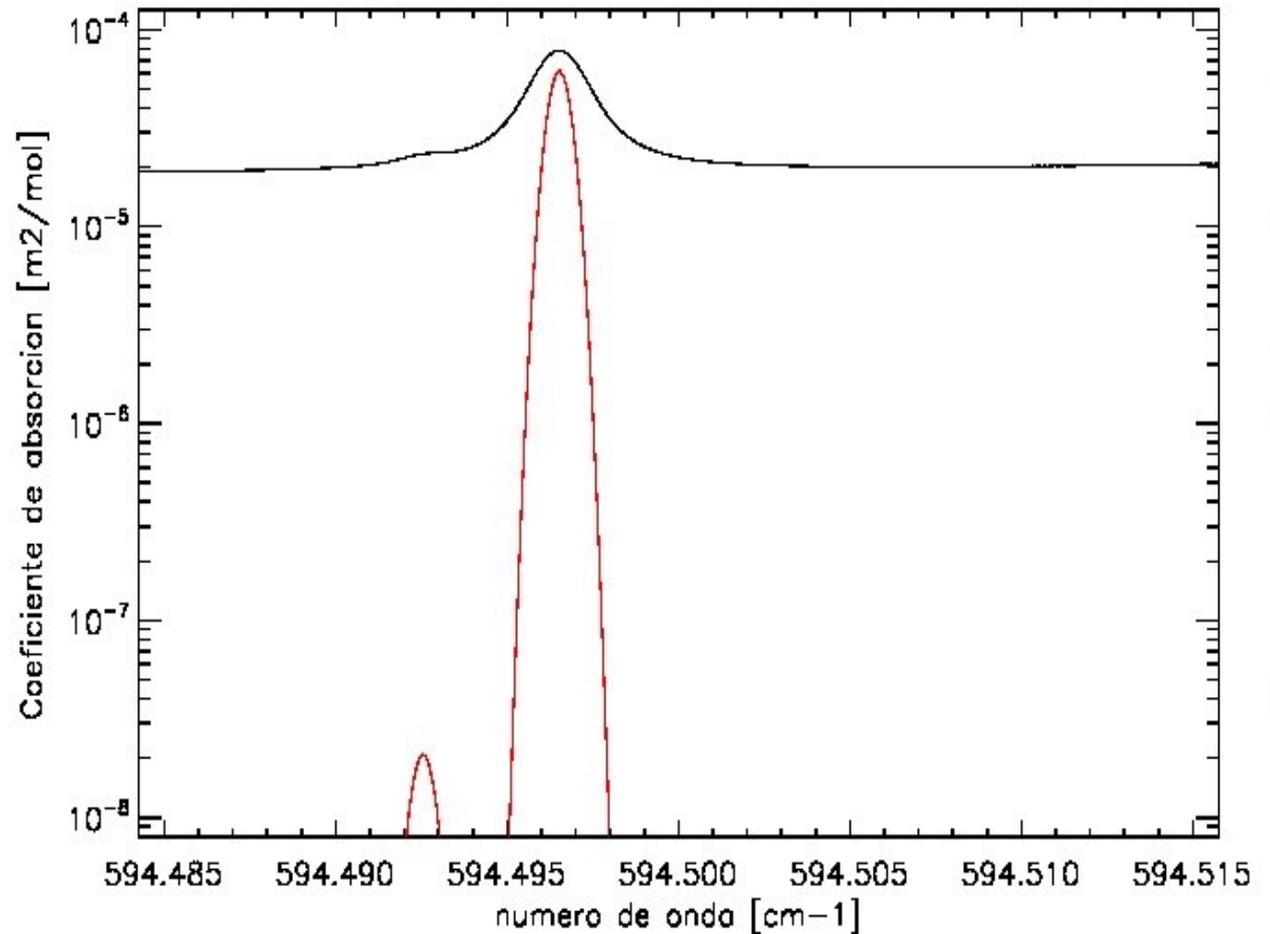
Incorporación del scattering generado por el polvo atmosférico.

Tratamiento de las condiciones de no equilibrio termodinámico local.

1) Línea negra: Absorción en condiciones propias de la troposfera marciana. $P \sim 7 \text{ mb}$, $T \sim 230 \text{ K}$

2) Línea roja: Absorción en condiciones propias de la termosfera marciana. $P \sim 10^{-8} \text{ mb}$, $T \sim 200 \text{ K}$

La anchura de una línea es de $\sim 0.002 \text{ cm}^{-1}$



La resolución de la ecuación de transporte radiativo en la region situada en el intervalo $(450,850)$ cm^{-1} debe ser realizada al menos en intervalos de anchura 0.0001cm^{-1} , lo cual requiere operar en 4.000.000 de intervalos.



Necesidad de buscar nuevos métodos con menor gasto computacional.



k-distribution

Una vez resuelta la ecuación de transporte radiativo para todos los valores de coeficiente de absorción asignamos a cada una de dichas soluciones un peso proporcional a la probabilidad de que al tomar un valor aleatorio en el coeficiente de absorción sea el correspondiente a la ecuación dada.

CUESTIÓN
¿QUÉ PROBABILIDAD LE ASIGNAMOS A CADA SOLUCIÓN OBTENIDA?

La probabilidad que se le otorga a cada parámetro vendrá determinada por la inversa de la derivada de la función coeficiente de absorción frente a número de onda.