

# Introducción a la teledetección (II)

M<sup>a</sup> del Mar Artigao Castillo

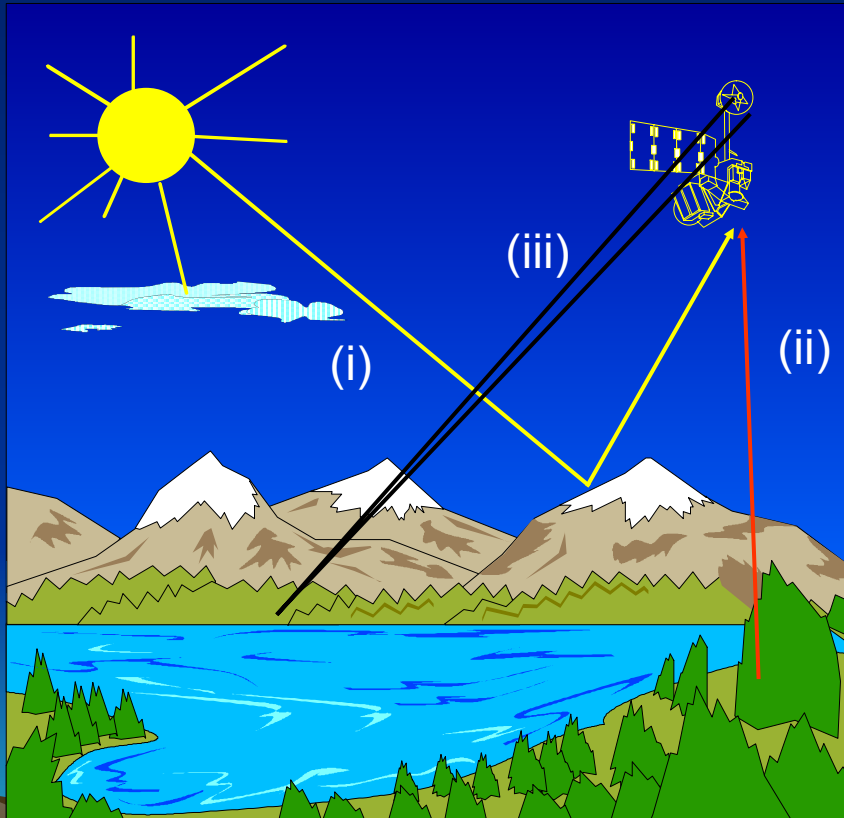
Dpto de Física Aplicada

Universidad de Castilla-La Mancha



# Fundamentos físicos de la teledetección

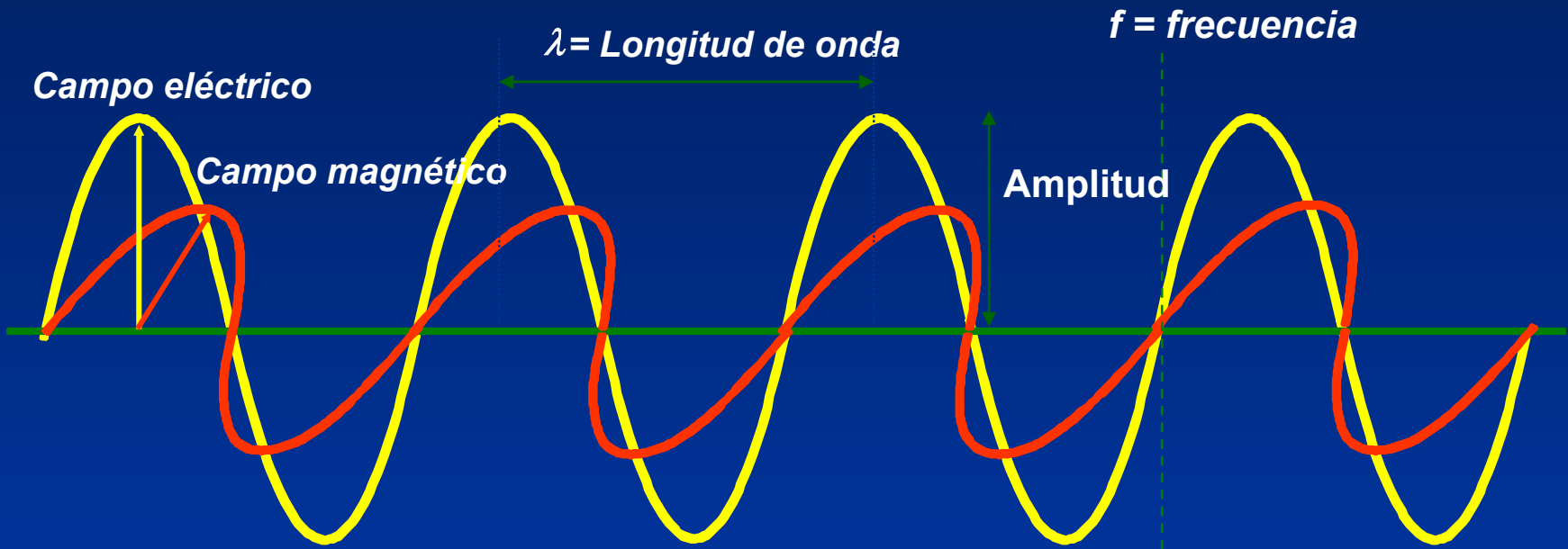
Observación remota ➡ Interacción entre los objetos y el sensor



- (i) reflexión
- (ii) emisión
- (iii) emisión-reflexión

Transferencia de energía: convección, conducción y **radiación**

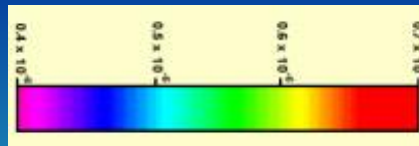
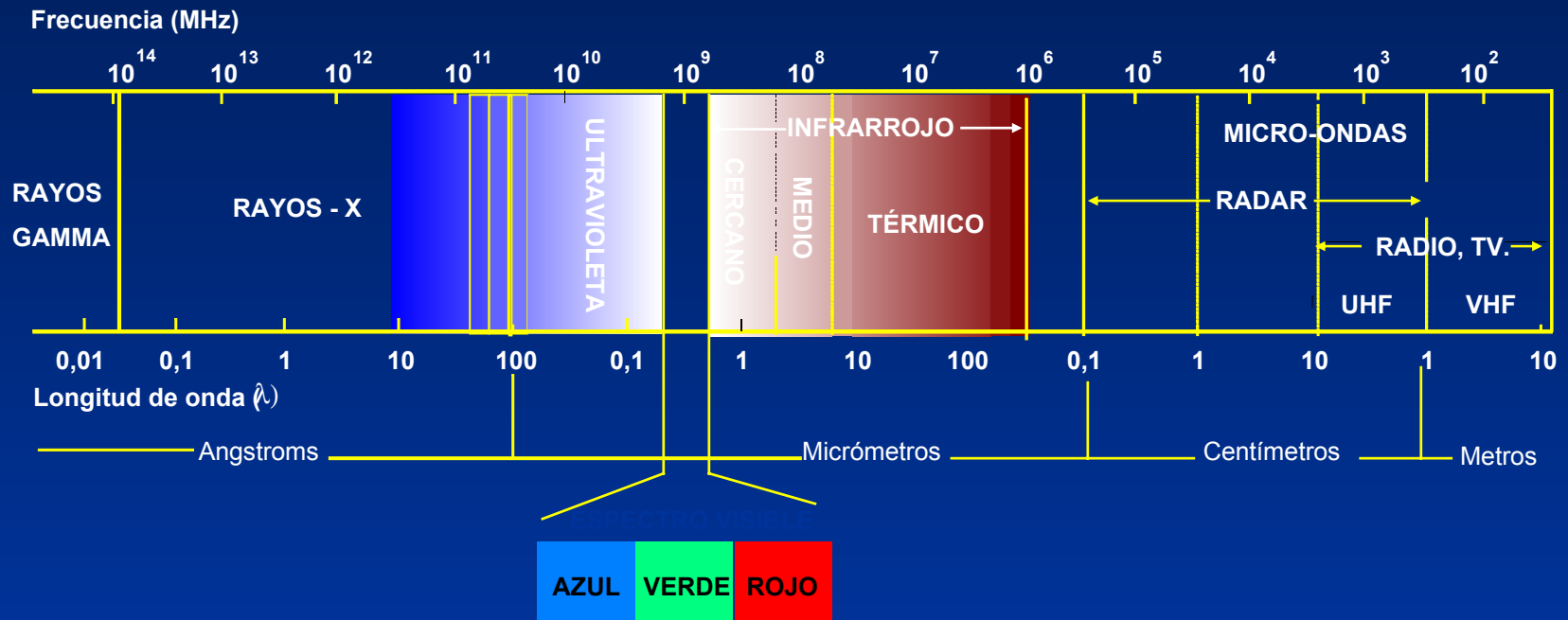
El flujo energético entre la cubierta terrestre y el sensor es una forma de radiación electromagnética



$$C = \lambda \cdot f$$

$$Q = h \cdot f$$

# Espectro electromagnético



# Magnitudes físicas en teledetección

| <i>Concepto</i>             | <i>Símbolo</i> | <i>Fórmula</i>                    | <i>Unidad de Medida</i>       |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Energía radiante</b>     | O              | —                                 | Julios (J)                    |
| <b>Flujo radiante</b>       | $\phi$         | $\delta O / \delta t$             | vatios (W)                    |
| <b>Emitancia radiativa</b>  | M              | $\delta \phi / \delta A$          | $W m^{-2}$                    |
| <b>Irradiancia</b>          | E              | $\delta \phi / \delta A$          | $W m^{-2}$                    |
| <b>Intensidad radiativa</b> | I              | $\delta \phi / \delta \Omega$     | $W sr^{-1}$                   |
| <b>Radiancia</b>            | L              | $\delta I / \delta A \cos \theta$ | $W m^{-2} sr^{-1}$            |
| <b>Radiancia espectral</b>  | $L_\lambda$    | $\delta L / \delta \lambda$       | $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ |
| <b>Emisividad</b>           | $\epsilon$     | $M / M_n$                         |                               |
| <b>Reflectividad</b>        | $\rho$         | $\phi_r / \phi_i$                 |                               |
| <b>Absortividad</b>         | $\alpha$       | $\phi_a / \phi_i$                 |                               |
| <b>Transmisividad</b>       | $\tau$         | $\phi_t / \phi_i$                 |                               |

# Leyes de la radiación electromagnética (1/2)

Ley de Planck:

$$M_{n,\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left\{ \exp\left(\frac{hc}{\lambda kT}\right) - 1 \right\}}$$

- $M_{n,\lambda}$  :emitancia radiativa
- $h$ : constante de Planck ( $6,626 \cdot 10^{-34}$  W s<sup>2</sup>);
- $K$ : constante de Boltzmann ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  W s<sup>2</sup> K<sup>-1</sup>);
- $c$ : velocidad de la luz;
- $\lambda$ : longitud de onda,
- $T$ : temperatura absoluta de un cuerpo negro (en Kelvin, K).

$$M_{n,\lambda} = \frac{c_1}{\lambda^5 \left\{ \exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1 \right\}}$$

- $c_1 = 3,741 \cdot 10^8$  W m<sup>-2</sup> μm<sup>4</sup>
- $c_2 = 1,438 \cdot 10^4$  μm K.

# Leyes de la radiación electromagnética (2/2)

- Ley de desplazamiento de Wien:

$$\lambda_{\max} = 2898 \mu\text{m K} / T \text{ (K)}$$

- Stefan-Boltzmann:

$$M_n = \sigma T^4$$

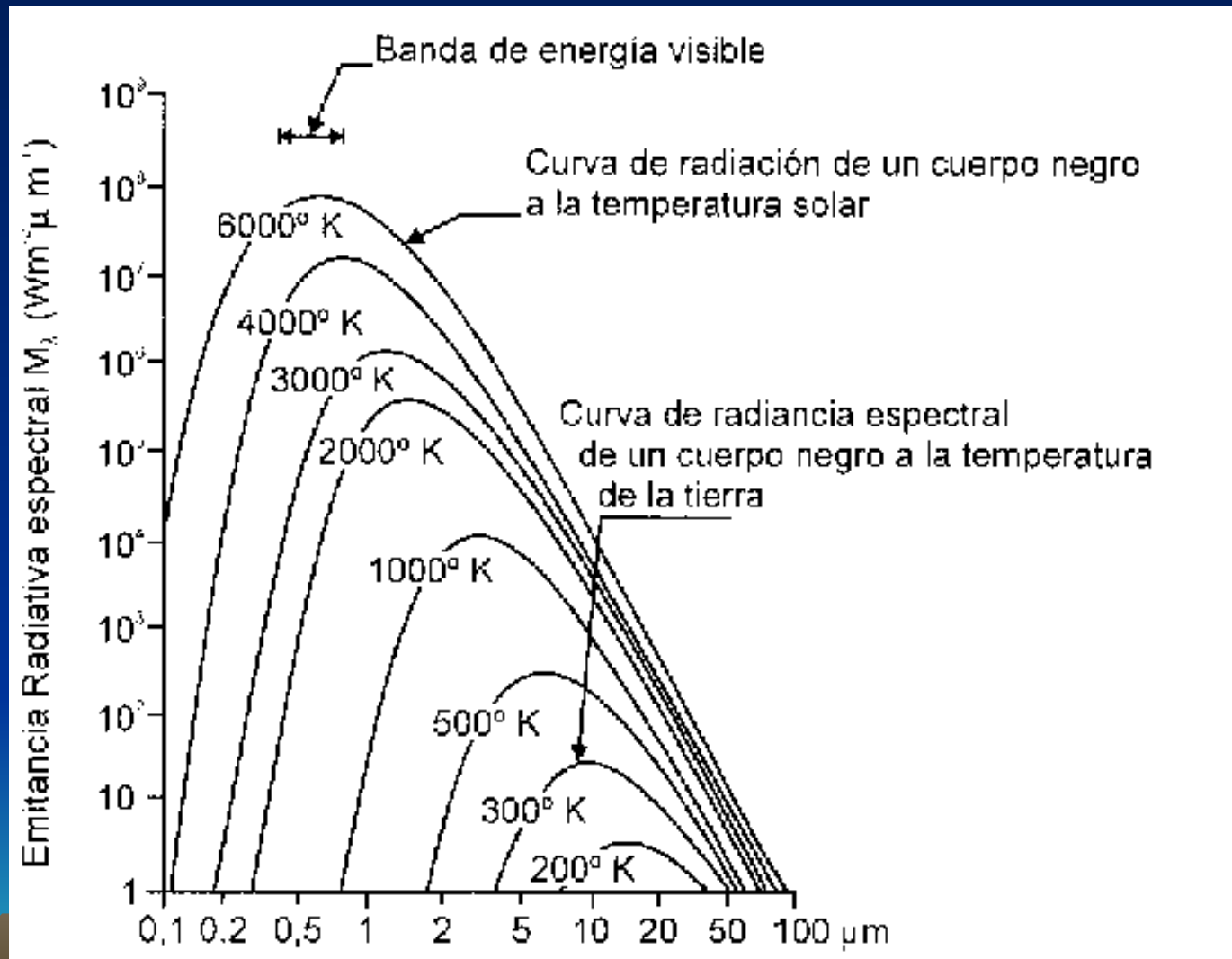
T la temperatura en Kelvin y  $\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ).

- Para un cuerpo real:

$$M = \varepsilon M_n$$

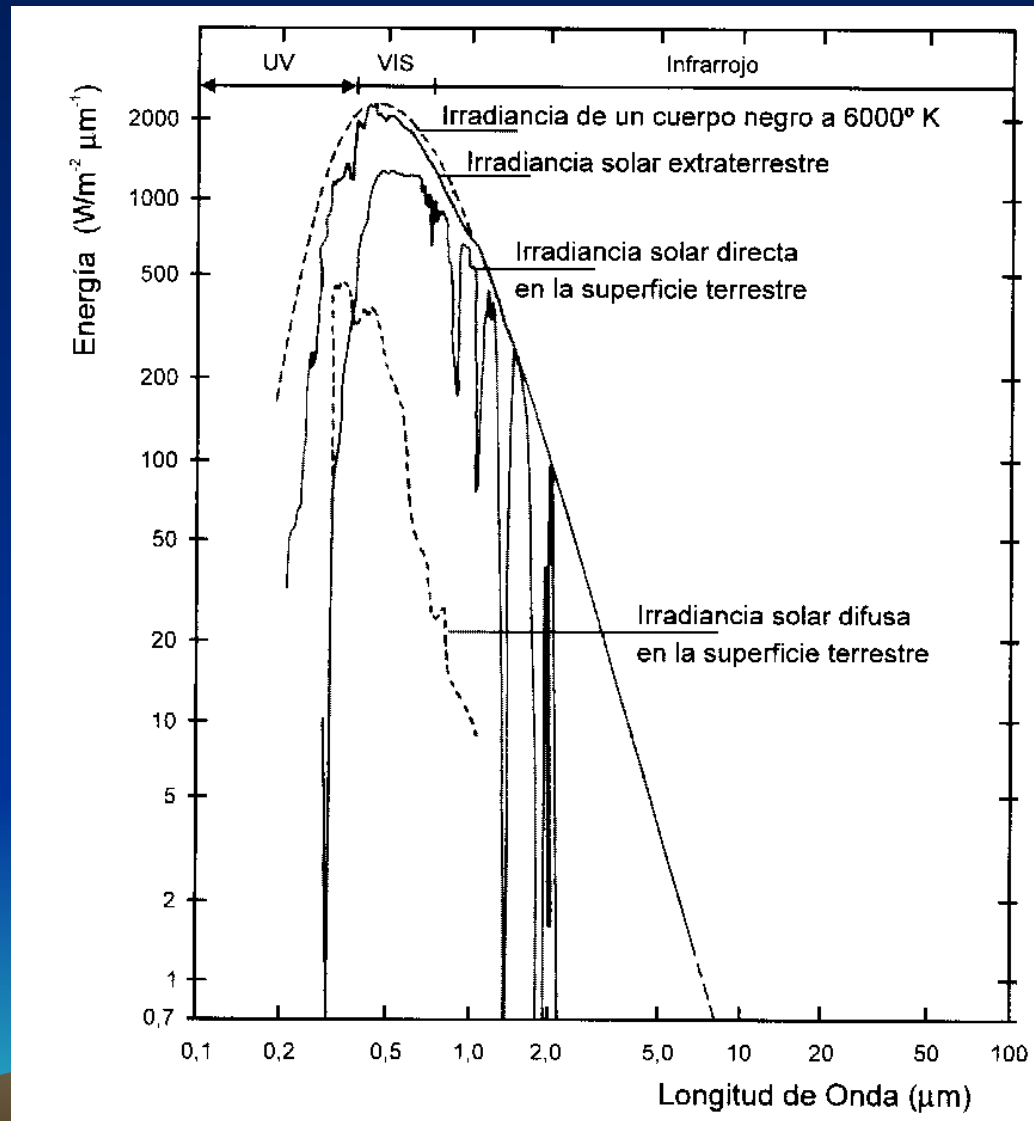


# Emitancia radiativa de un cuerpo negro

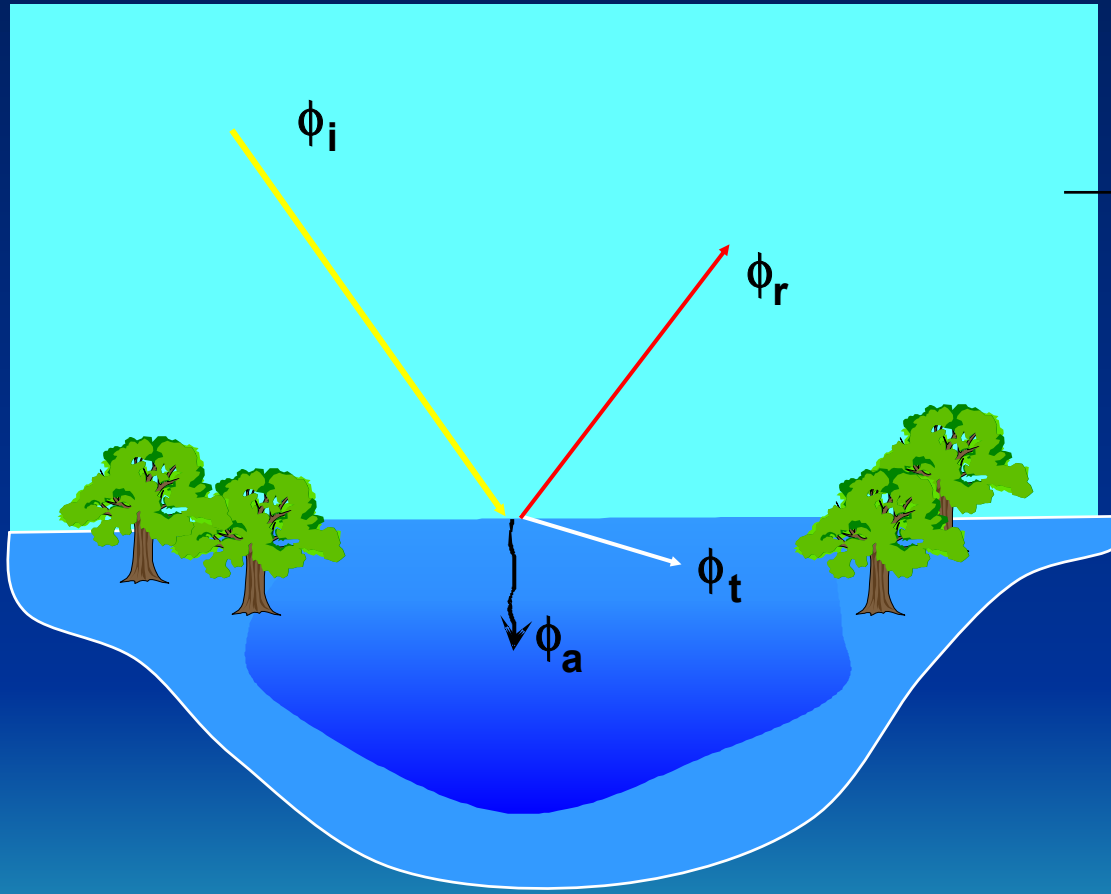




# Emitancia radiativa del sol



# Transformación del flujo incidente



$$\phi_i = \phi_r + \phi_a + \phi_t$$

$$\phi_i = \overline{\phi_r} + \overline{\phi_a} + \overline{\phi_t}$$

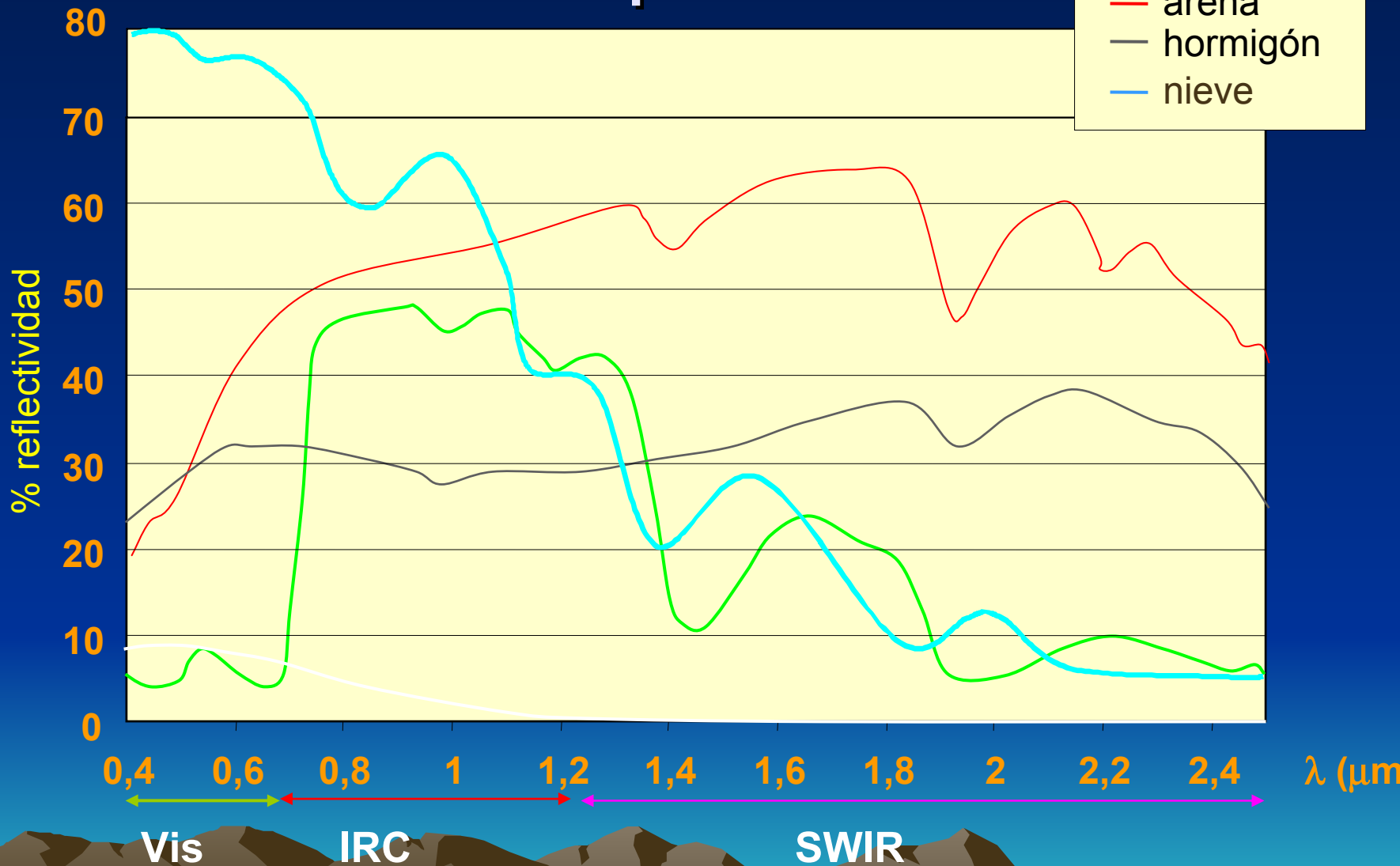
$$\phi_i = \phi_i + \phi_i + \phi_i$$

$$1 = \rho + \alpha + \tau$$

$$1 = \rho_\lambda + \alpha_\lambda + \tau_\lambda$$

$\phi_i$  Energía incidente  
 $\phi_r$  Energía reflejada  
 $\phi_t$  Energía transmitida  
 $\phi_a$  Energía absorbida

# Firmas espectrales



# Colores resultantes

Vegetación  
seca

Agua

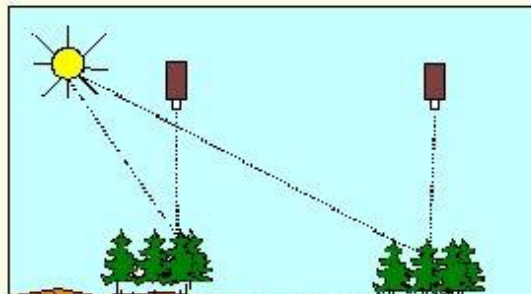
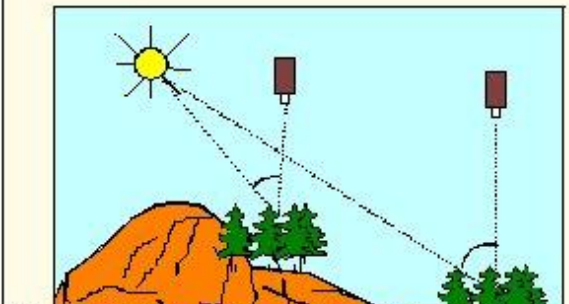
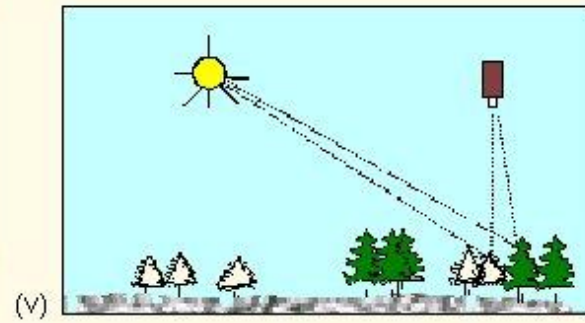
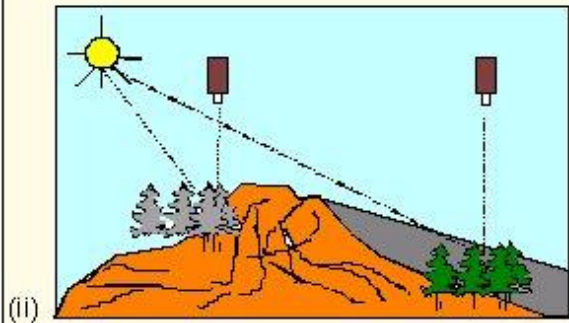
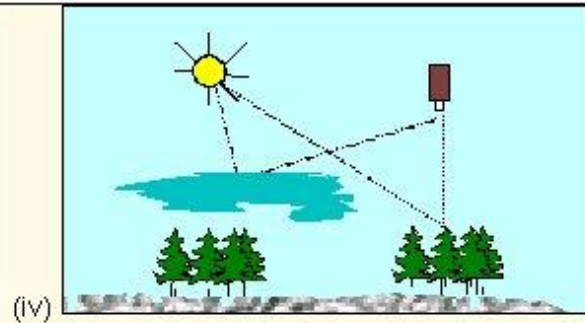
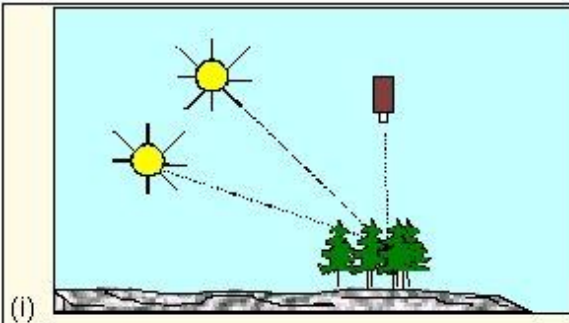


Suelo  
descubierto

Nieve

Vegetación  
vigorosa

# Factores que modifican la reflectividad característica



- (i) altura solar
- (ii) orientación
- (iii) pendiente
- (iv) atmósfera
- (v) fenología
- (vi) sustrato

Chuvieco (1996, p. 61)

El material ha sido extraído del libro

*Teledetección Ambiental*

*La Observación de la Tierra desde el Espacio*

*Emilio Chuvieco Salinero*

*Ed. Ariel Ciencia, 2002*

