



UNIVERSIDAD DE VERANO DE TERUEL (XXI EDICIÓN)
TELEDETECCIÓN APLICADA AL MEDIO AMBIENTE
CURSOS 2005, 25-29 JULIO, 30 horas



CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA EN EL INFRARROJO TÉRMICO

El método TES y el sensor ASTER

Juan Carlos Jiménez Muñoz

Universitat de València
Facultat de Física
Dpt. Termodinàmica
Unidad de Cambio Global



UNIVERSIDAD DE VERANO DE TERUEL (XXI EDICIÓN)
TELEDETECCIÓN APLICADA AL MEDIO AMBIENTE
CURSOS 2005, 25-29 JULIO, 30 horas



Método TES

Temperature and Emissivity Separation

Gillespie, A. R., Rokugawa, S., Hook, S., Matsunaga, T., and Kahle, A. B.

*A Temperature and emissivity separation algorithm for Advanced
Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images*

IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36:1113-1126, 1998



- El método TES permite separar los valores de temperatura de la superficie terrestre y emisividad espectral para cada canal, por lo que se puede reproducir el espectro de emisividades.
- Utiliza como datos de entrada los valores de radiancia en la superficie, un valor de emisividad inicial y valores de radiancia atmosférica descendente.
- El método ha sido originariamente diseñado para trabajar con datos proporcionados por el sensor ASTER, con un total de 5 canales térmicos, aunque es posible aplicarlo a cualquier otro sensor con varios canales térmicos (mínimo 4 o 5 canales).
- La corrección atmosférica es un factor crítico a la hora de obtener unos valores de emisividad lo suficientemente precisos.
- Está formado por un total de 3 módulos: NEM, RATIO y MMD.



Módulo NEM

$$B_i(T'_s) = \frac{L_{superficie,i} - (1 - e_{inicial})R_{atm,i}^{\downarrow}}{e_{inicial}}$$

$$T_s = \max(T'_s)$$

Obtenemos T_s

$$e_i = \frac{L_{superficie,i} - R_{atm,i}^{\downarrow}}{B_i(T_s) - R_{atm,i}^{\downarrow}}$$

Obtenemos e_i

Proceso Iterativo. Número máximo de iteraciones: 12.



Módulo RATIO

En este módulo se obtiene el espectro β , que no es más que un espectro de emisividades normalizadas. Para ello, la emisividad correspondiente a cada canal se divide por la emisividad media de todos los canales:

ESPECTRO b



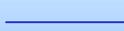
$$b_i = \frac{e_i}{\bar{e}}$$

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^N e_i}{N}$$



Módulo MMD

Contraste Espectral (MMD)



$$MMD = \max(\beta_i) - \min(\beta_i)$$

Relación entre la emisividad mínima y el contraste espectral



$$\epsilon_{\min} = 0.994 - 0.687 MMD^{0.737}$$

Expresión válida para ASTER

Recuperación del valor de la emisividad



$$e_i = b_i \left(\frac{e_{\min}}{\min(b_i)} \right)$$

Una vez obtenidas las emisividades, estas pueden volver a introducirse en el módulo NEM y volver a repetir el proceso, realizando de esta forma un proceso iterativo.



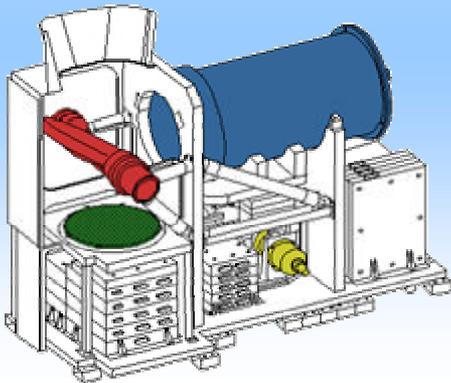
PRECISIÓN DEL MÉTODO

Emisividad: 0.015

Temperatura: 1.5 K



El Sensor ASTER



*Advanced
Spaceborne
Thermal
Emission
and
Reflection
radiometer*

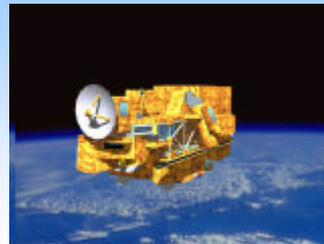
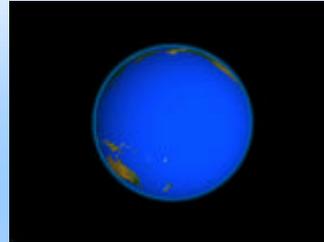


- Se encuentra a bordo de la plataforma Terra, un satélite lanzado en Diciembre de 1999 como parte del programa de observación de la Tierra (EOS, Earth Observing System) llevado a cabo por la NASA.

- ASTER ha sido creado gracias a la cooperación entre la NASA, el Ministerio japonés de Economía, Trabajo e Industria (METI) y el ERSDAC (Earth Remote Sensing Data Analysis Center)

- El radiómetro ASTER se puede utilizar para obtener mapas detallados de la temperatura de la superficie terrestre, de la emisividad y de la reflectividad de las superficies naturales.

- Las plataformas EOS forman parte del proyecto de la NASA sobre Ciencias de la Tierra (Earth Science Enterprise), cuyo objetivo es conseguir un mejor entendimiento de las interacción entre la biosfera, la hidrosfera, la litosfera y la atmósfera.



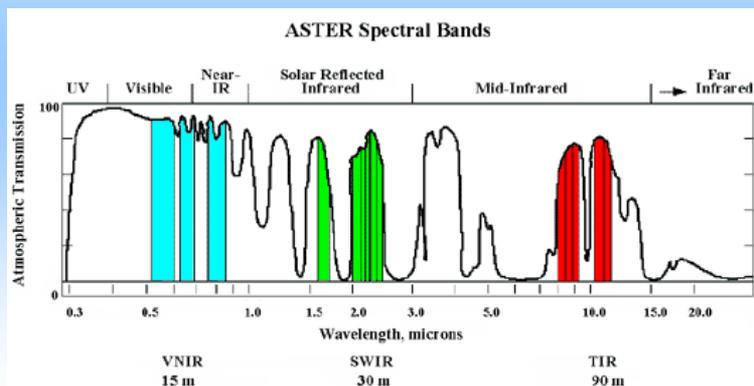
www.asterweb.jpl.nasa.gov

El Sensor ASTER: Características

Visible e Infrarrojo Próximo: **Bandas 1, 2 y 3**. Resolución: **15 m**

Infrarrojo de Onda Corta: **Bandas 4, 5, 6, 7, 8 y 9**. Resolución: **30 m**

Infrarrojo Térmico: **Bandas 10, 11, 12, 13 y 14**. Resolución: **90 m**



El Sensor ASTER: Características

Para aplicar el método TES y obtener valores de emisividad y temperatura de la superficie terrestre se utilizan los 5 canales situados en la región del infrarrojo térmico, con las siguientes longitudes de onda efectivas:

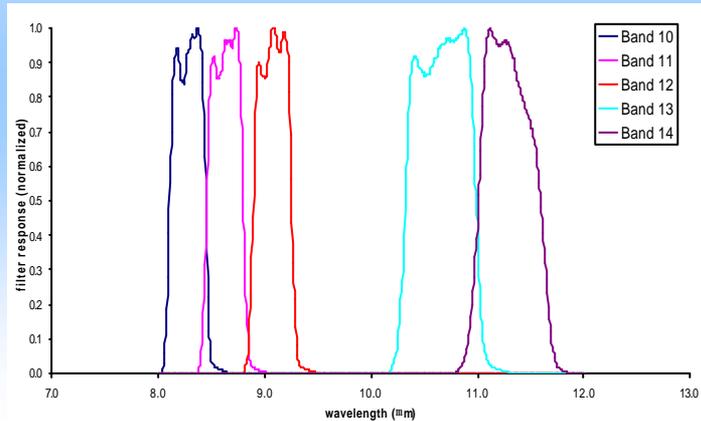
Banda 10: 8.279 μm

Banda 11: 8.635 μm

Banda 12: 9.074 μm

Banda 13: 10.659 μm

Banda 14: 11.267 μm



UNIVERSIDAD DE VERANO DE TERUEL (XXI EDICIÓN)

TELEDETECCIÓN APLICADA AL MEDIO AMBIENTE

CURSOS 2005, 25-29 JULIO, 30 horas



ESPECTROS DE EMISIVIDAD

ASTER Spectral Library

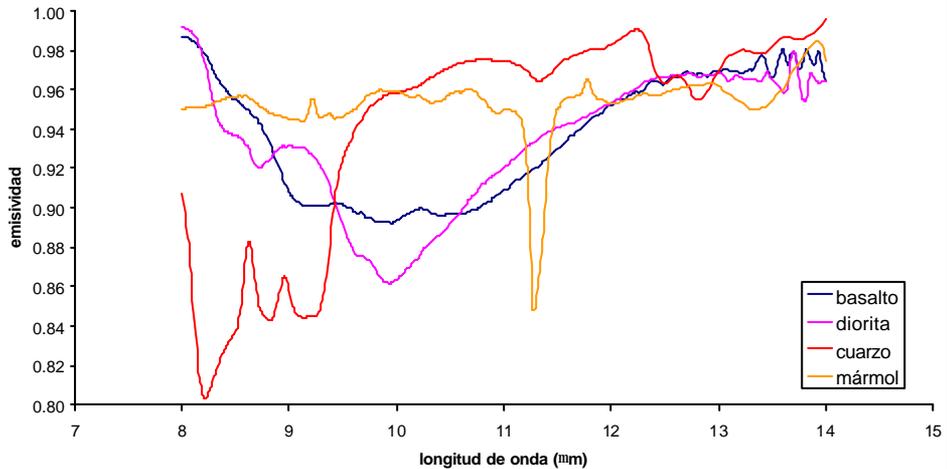
La librería espectral de ASTER está formada por unos 2000 espectros de materiales naturales y artificiales. Esta librería espectral recopila los datos de tres librerías espectrales correspondientes a los siguientes centros: Johns Hopkins University (JHU), Jet Propulsion Laboratory (JPL) y United States Geological Survey (USGS-Reston).

Estos datos resultan de gran utilidad a la hora de realizar simulaciones y a la hora de analizar los espectros tanto de emisividad como de reflectividad de las superficies naturales.

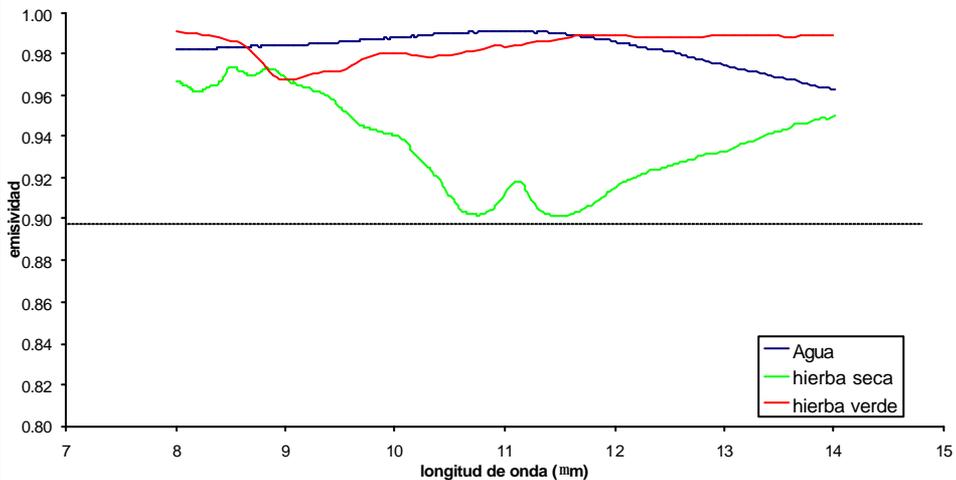
<http://speclib.jpl.nasa.gov>



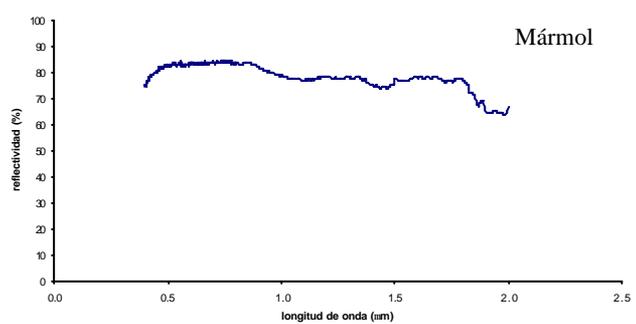
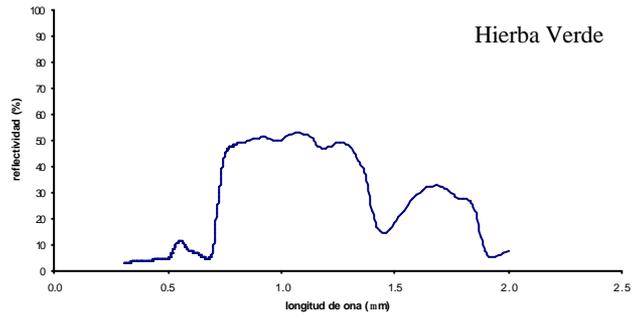
EMISIVIDAD DE LAS ROCAS



EMISIVIDAD DE LA VEGETACIÓN Y DEL AGUA

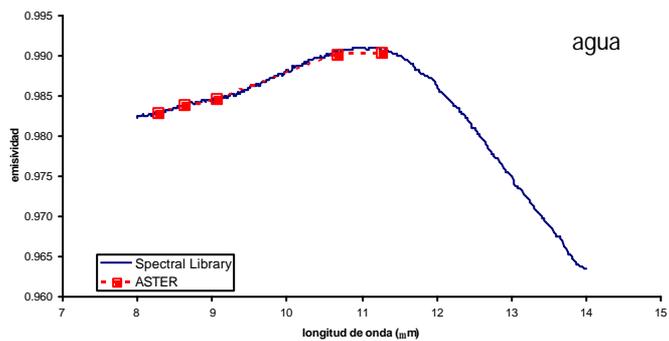
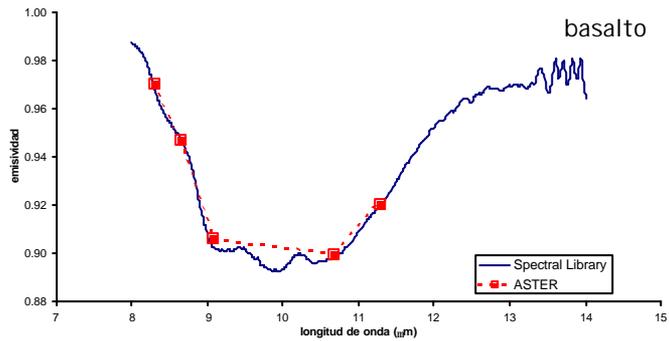


REFLECTIVIDAD VS EMISIVIDAD



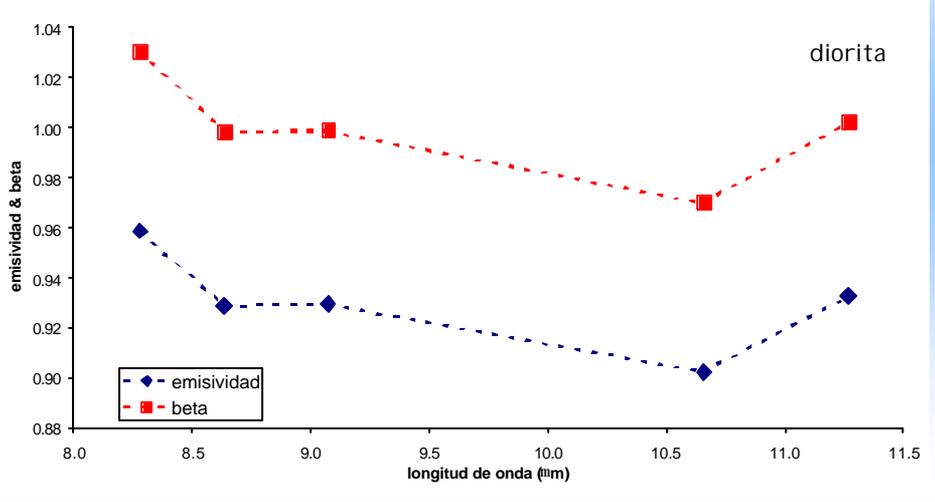
Valores
de emisividad
correspondientes
a los canales
trnicos de ASTER.

Para obtener estos
valores es necesario
filtrar los espectros
considerando las
funciones filtro.

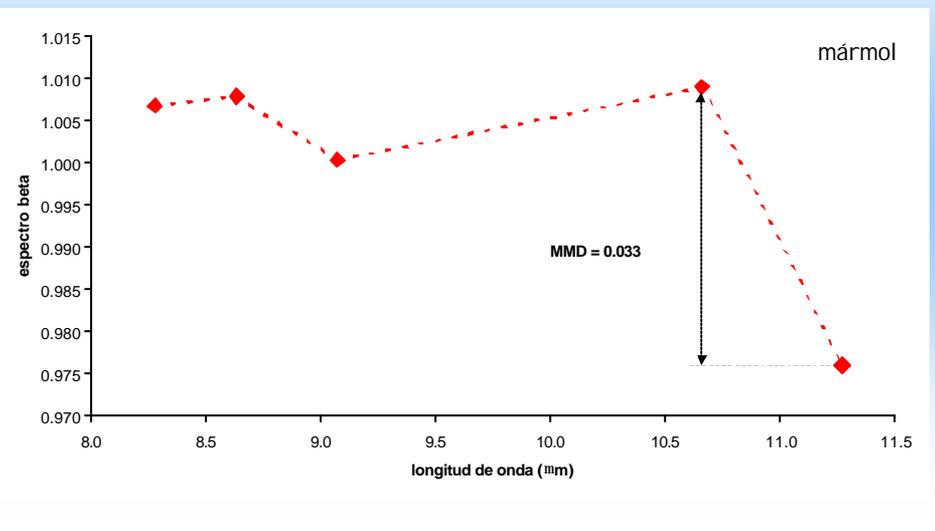




Comparación entre el espectro beta y el espectro de emisividad: se conserva la forma, pero no los valores.



Contraste Espectral (MMD): Diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo

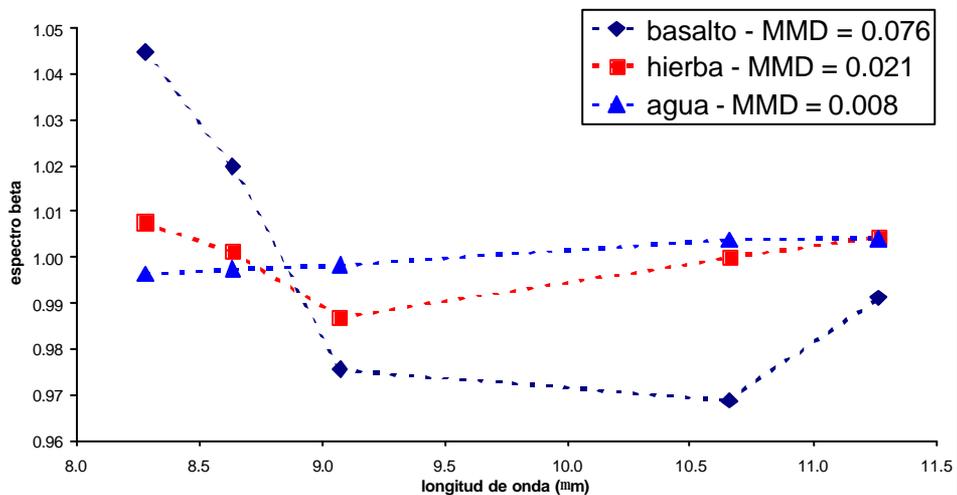


Contraste Espectral para algunos materiales:

ROCAS: MMD alto

Vegetación/Agua: MMD bajo →

En este tipo de superficies el método TES no proporciona los resultados deseados (umbral: 0.03)



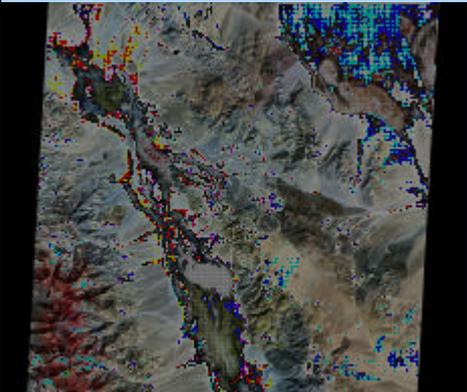
 **UNIVERSIDAD DE VERANO DE TERUEL (XXI EDICIÓN)**
TELEDETECCIÓN APLICADA AL MEDIO AMBIENTE
CURSOS 2005, 25-29 JULIO, 30 horas

 GLOBAL CHANGE UNIT

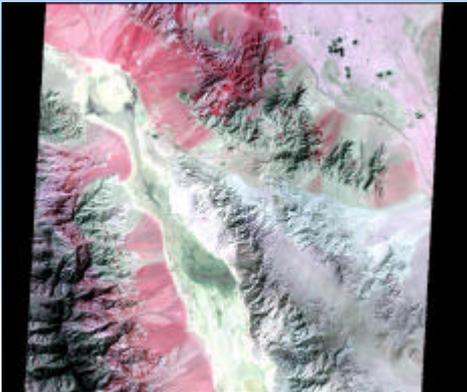
APLICACIONES: imágenes ASTER

Death Valley (California)

Visible: 15 metros Térmico: 90 metros



RGB: Bandas 3, 2, 1



RGB: Bandas 13, 12, 10

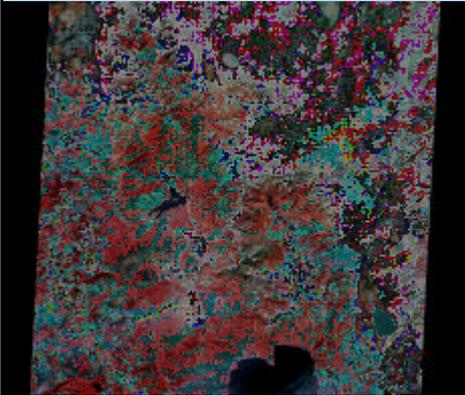


APLICACIONES: imágenes ASTER

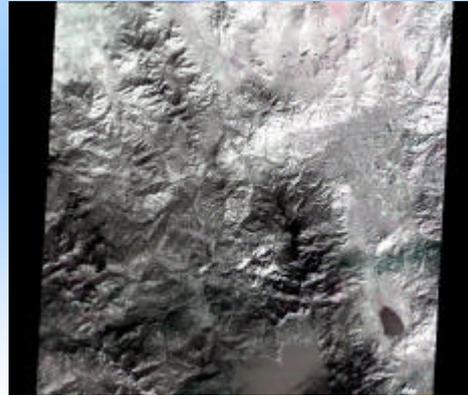
Lake Tahoe (California/Nevada)

Visible: 15 metros

Térmico: 90 metros



RGB: Bandas 3, 2, 1



RGB: Bandas 13, 12, 10



Aplicación de la emisividad

- El espectro de emisividad aporta valiosa información sobre la composición de las superficies, sobre todo para estudios geológicos.
- Una aplicación curiosa está relacionada con la detección de yacimientos arqueológicos: la obsidiana.

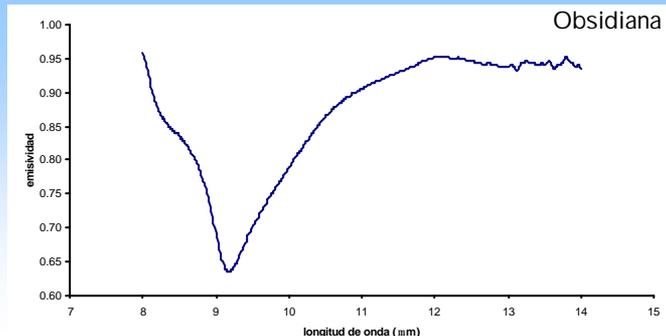
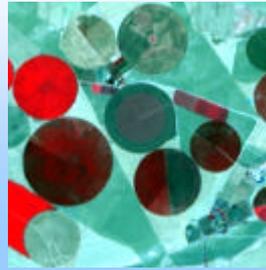
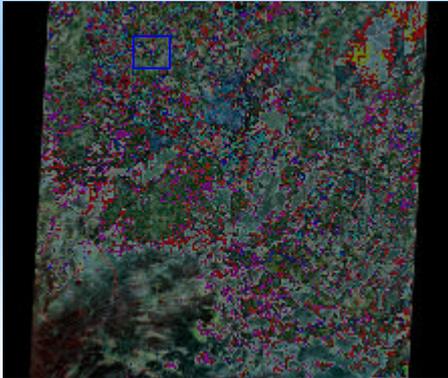
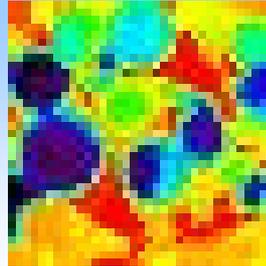




Imagen ASTER de Barrax
(Escena completa)



15 metros

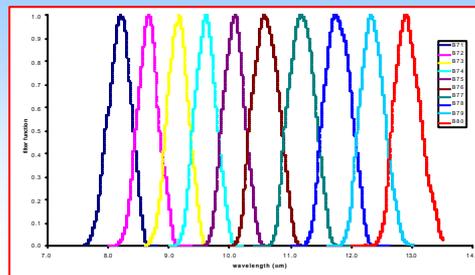


90 metros



Sensor AHS
(Operado por el INTA)

10 bandas térmicas





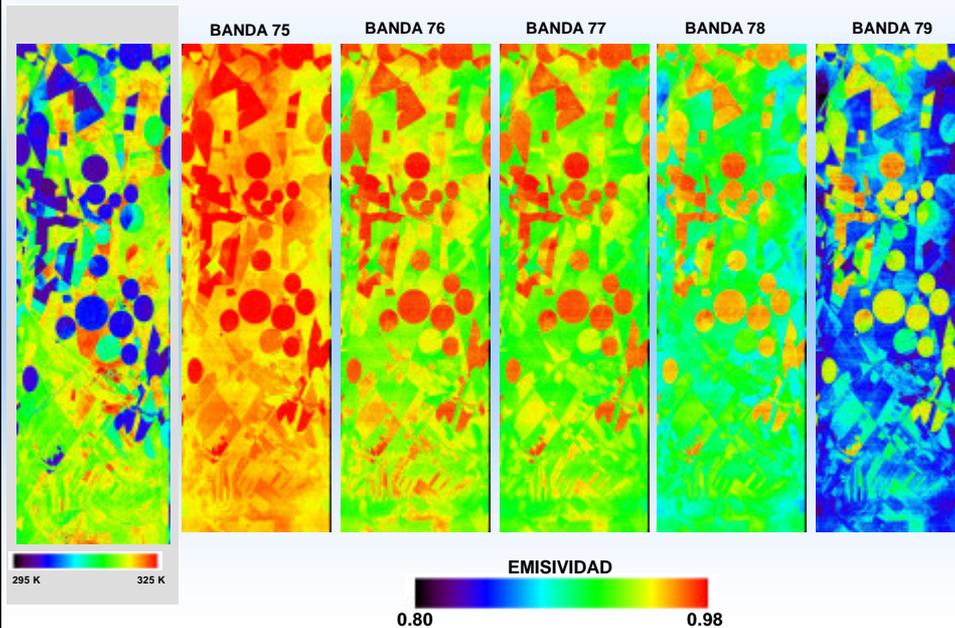
Córdoba (2.5 m)



Barrax (7 m)



Temperatura y emisividad a partir de datos AHS



Aplicación de la Temperatura

- La temperatura de la vegetación es importante para el estudio de la actividad fotosintética de las plantas.
- La temperatura de la nieve es importante para predecir deshielos y aportes de agua, así como para riesgos de inundaciones.
- La temperatura del océano se utiliza para estudiar los bancos de pesca y otras aplicaciones biológicas.
- La temperatura de las ciudades se está utilizando para analizar los efectos de isla térmica.
- La temperatura de la superficie terrestre es necesaria para estimar los balances de energía y obtener la evapotranspiración.
- La temperatura de la superficie terrestre también se puede utilizar para estudiar el cambio climático y para el seguimiento de la cobertura terrestre.



UNIVERSIDAD DE VERANO DE TERUEL (XXI EDICIÓN)

TELEDETECCIÓN APLICADA AL MEDIO AMBIENTE

CURSOS 2005, 25-29 JULIO, 30 horas



CONCLUSIONES

- Existe un acoplamiento entre la temperatura y la emisividad de la superficie terrestre.
- El método TES consigue separar la temperatura y la emisividad, con una precisión de 1.5 K y 0.015 respectivamente.
- La corrección atmosférica es un factor crítico.
- Para superficies con un contraste espectral bajo, como cultivos y agua, el método no proporciona los resultados adecuados.
- El espectro de emisividad proporciona valiosa información para aplicaciones geológicas.
- La temperatura de la superficie terrestre es importante para estudios medioambientales.



APUNTES

Existen otros métodos de corrección atmosférica en el espectro térmico que permiten obtener la temperatura y la emisividad de la superficie terrestre.

Entre los métodos más conocidos para obtener T_s (NO emisividad) se encuentran:

MÉTODO MONOCANAL
MÉTODO BICANAL O SPLIT-WINDOW
MÉTODO BIANGULAR

OTROS MÉTODOS: umbrales NDVI (sólo ϵ), índices TISI, métodos día/noche, etc.



FIN ...

A COMER !!!