



# **Tema 8: Características de las Imágenes y su Tratamiento**



### 8.1. Parámetros de calidad y evaluación:

- **Errores geométricos:**

- Exactitud entre la posición de un píxel en la imagen y su posición real.
- Se evalúa mediante puntos de control

- $$e_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N [(x_n - \hat{x}_n)^2 + (y_n - \hat{y}_n)^2]}{N-1}}$$

- **Errores radiométricos:**

- **Precisión radiométrica:** correspondencia entre la temperatura de brillo (o radiancia) medida y la real
- **Sensibilidad radiométrica:** variación mínima de la temperatura de brillo (o radiancia) que se puede detectar. Depende de la sensibilidad del detector, del número de bits etc. Se evalúa en escenas uniformes conocidas.

- $$\Delta T_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (T_n - \hat{T}_n)^2}{N-1}}$$



### 8.2. Distorsiones Geométricas y su Corrección

**Fuentes:**

**1) Distorsiones geométricas ligadas al sensor:**

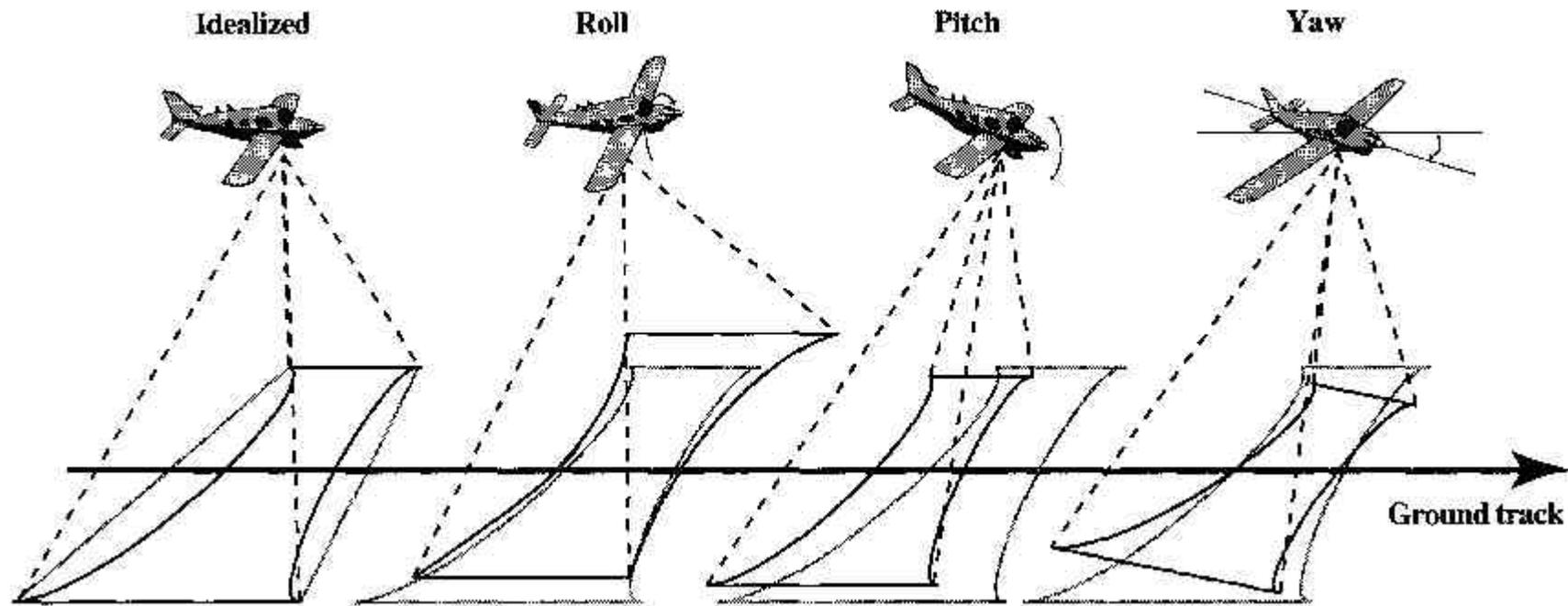
- Aerotransportados: roll, pitch, yaw, distorsión  $v/h$ , distorsión tangente
- Satélite: variación del ángulo de incidencia del sensor respecto al nadir,

**2) Distorsiones ligadas a la Tierra:**

- distorsión debida a la curvatura y rotación de la Tierra
- distorsiones debida a efectos del relieve (aerotransportados y satélite)

Hay que corregirlas para poder superponer imágenes y mapas y para hacer mosaicos de imágenes.

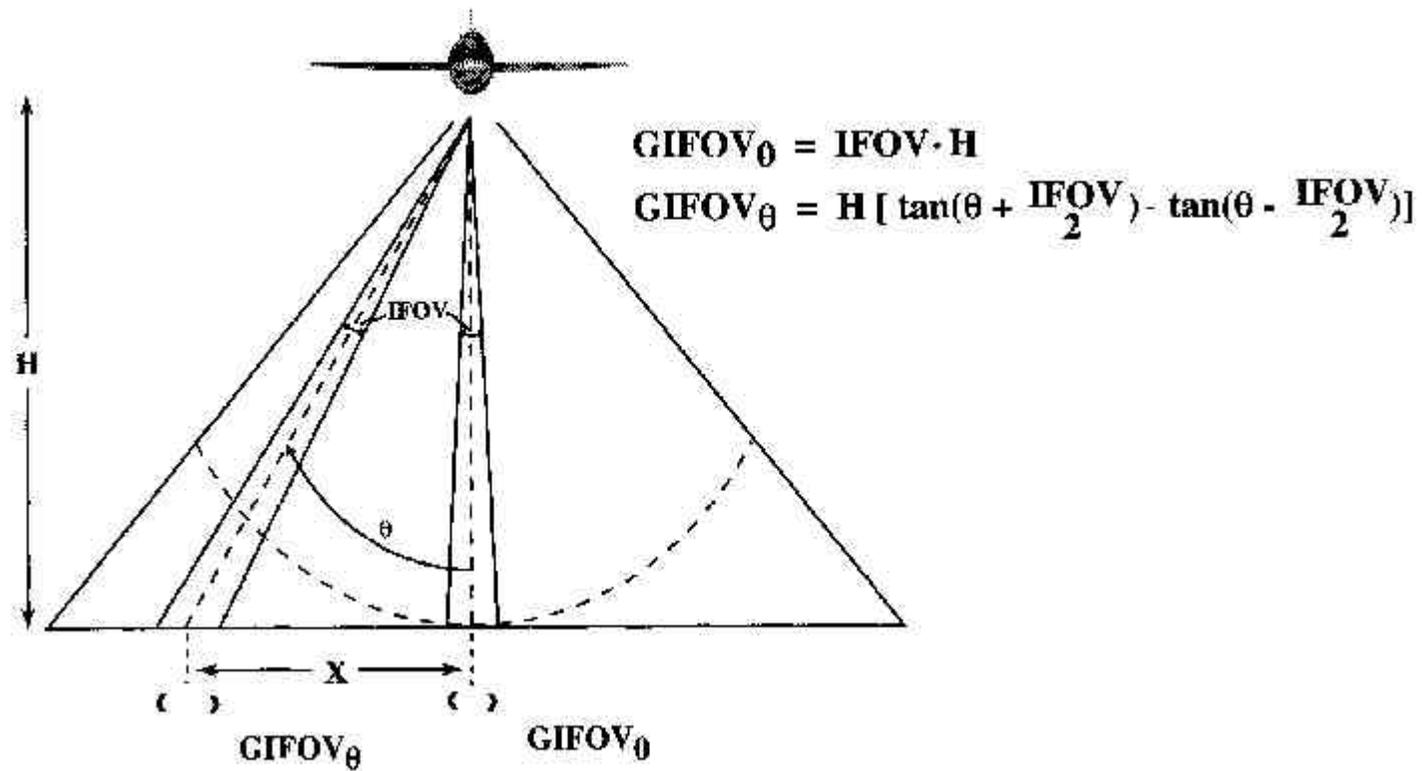
## Distorsiones geométricas ligadas al sensor



## Distorsión de roll :



## Distorsión tangente:



## Distorsión tangente:



## Distorsión $v/h$ :



**Distorsión debida a efectos del relieve** : la separación de dos puntos en la imagen depende del ángulo en que ésta ha sido obtenida.  
**Aplicación** a la obtención de DEMs mediante estereofotografía

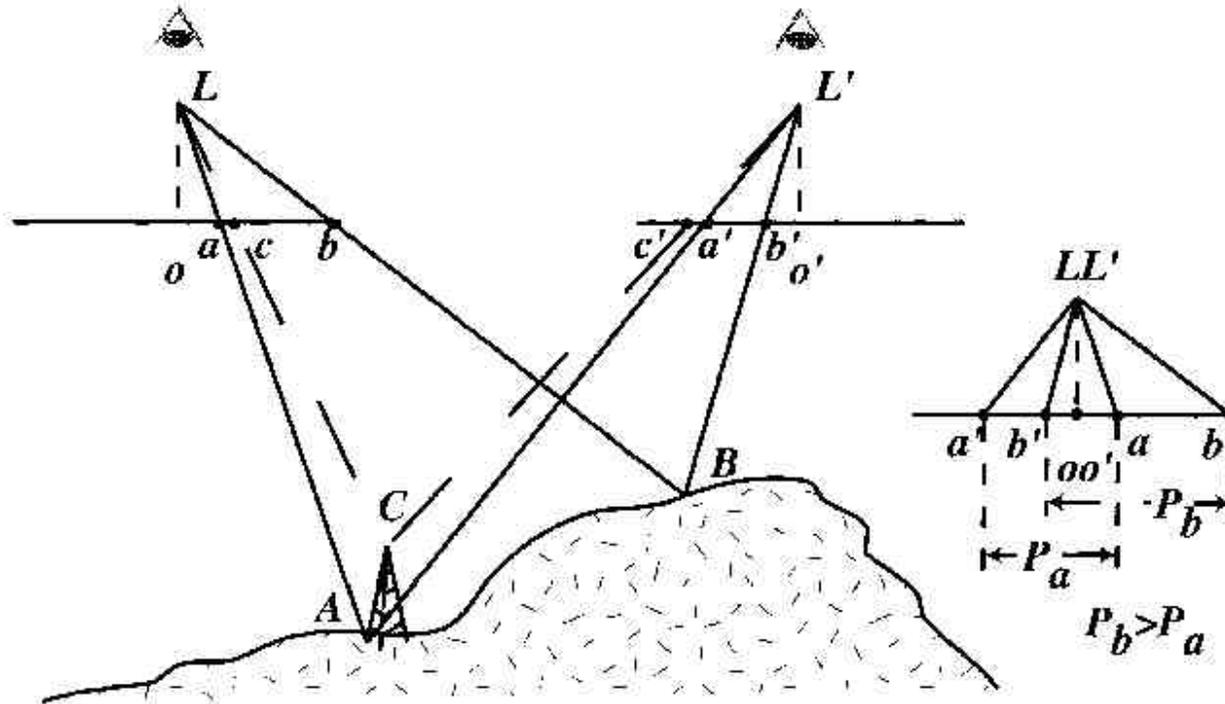


Figure 2.12 X axis displacement (parallax) in stereo pair images is a function of object height.



### Corrección de las distorsiones geométricas:

En sensores aerotransportados:

- Conocer posición, orientación y velocidad de la plataforma: DGPS-INS

En sensores embarcados en satélite:

- Plataformas muy estables
- Conocer bien posición y velocidad:
  - Interpolación polinómica de la órbita entre puntos de control
  - Aproximación órbita circular: 4 coefs ( $i, R, F_0, \Omega_0$ )

$$F = F_0 + F_1 \cdot \text{fila}$$

$$\Omega = \Omega_0 + \Omega_1 \cdot \text{fila}$$

- Aproximación órbita elíptica: 6 coefs ( $a, e, i, \Omega, \omega, T_0$ )

(Las órbitas circular y elíptica son aprox. de la órbita real a tramos)



## Proceso de corrección de las distorsiones geométricas:

1) A partir de la órbita y actitud del sensor: Encontrar la función de transformación  $F$  de las coordenadas  $(x,y)$  del mapa a las coordenadas  $(i,j)$  en la imagen.

2) Remuestrear la imagen:

- vecino más próximo: no corrompe la precisión radiométrica, OK clasific.
- Interpolación bilineal o bicúbica: corrompe la precisión radiométrica, OK interpretación visual

3) Corrección del relieve

$$columna = A + Bx + Cy + Dxy + Ex^2 + Fy^2 + Gz + Hxz + Iyz$$

$$fila = A' + C'y + B'x + G'z \longrightarrow \bullet \text{ Modelo cabeceo cte (SAT)}$$

$$fila = \frac{A'' + C''y + B''x + D''xy + E''x^2 + F''y^2 + G''z + H''xz + I''yz}{\text{traslación}} \longrightarrow \bullet \text{ Modelo cabeceo variable (airborne)}$$

+ cambio escala

+ rotación

+ corrección relieve



### 8.3. Distorsiones Radiométricas y su Corrección

#### Fuentes:

#### 1) Distorsiones radiométricas ligadas al sensor:

- Ruido
- Artefactos: ruido periódico (franjas en la imagen debidas a osc. mecánicas...)  
estructura de bandas (offsets y/o ganancias diferentes del array de detectores)  
smearing (alargamiento de la imagen de una fuente puntual brillante debido a la descarga parcial del CCD)

#### 2) Errores introducidos por la atmósfera:

- radiación atmosférica ascendente
- radiación atmosférica descendente reflejada sobre el suelo
- dispersión de la radiación de otras fuentes
- atenuación de la radiación espontánea de la Tierra



### Corrección de las distorsiones radiométricas:

#### 1) Distorsiones ligadas al sensor:

- Ruido:** - Promediado de píxeles adyacentes (LPF)=> pérdida res. espacial  
- Promediado de  $N$  imágenes consecutivas. Mejora como

$$1/\sqrt{N}$$

#### Artefactos:

- Ajuste de offsets y/o ganancias mediante ecualización periódica de histogramas de las imágenes
- Si falla un detector se suele reemplazar la línea por una contigua o por el promedio de las adyacentes

#### 2) Distorsiones ligadas a la atmósfera:

**Calibración con medidas ground-truth:** superficies de control > 3 GIFOV

**Calibración con la propia escena:** midiendo a diferentes alturas ( $\Rightarrow L \propto h$ ), con diferentes ángulos ( $\Rightarrow L(\theta)$ ), o con información de diferentes bandas espectr.

#### Calibración con modelos de propagación atmosférica:

ojo calidad e inputs del modelo

**Calibración relativa:**  $NDVI = \frac{IR - VIS}{IR + VIS}$       $PI = \frac{T_{v1.4} - T_{h1.4}}{(T_{v1.4} + T_{h1.4})/2} = 0.24 + 0.05 SM_{[\%Vol 0-5cm]}$



### 8.4. Tratamiento mono-, multi-espectral y clasificación

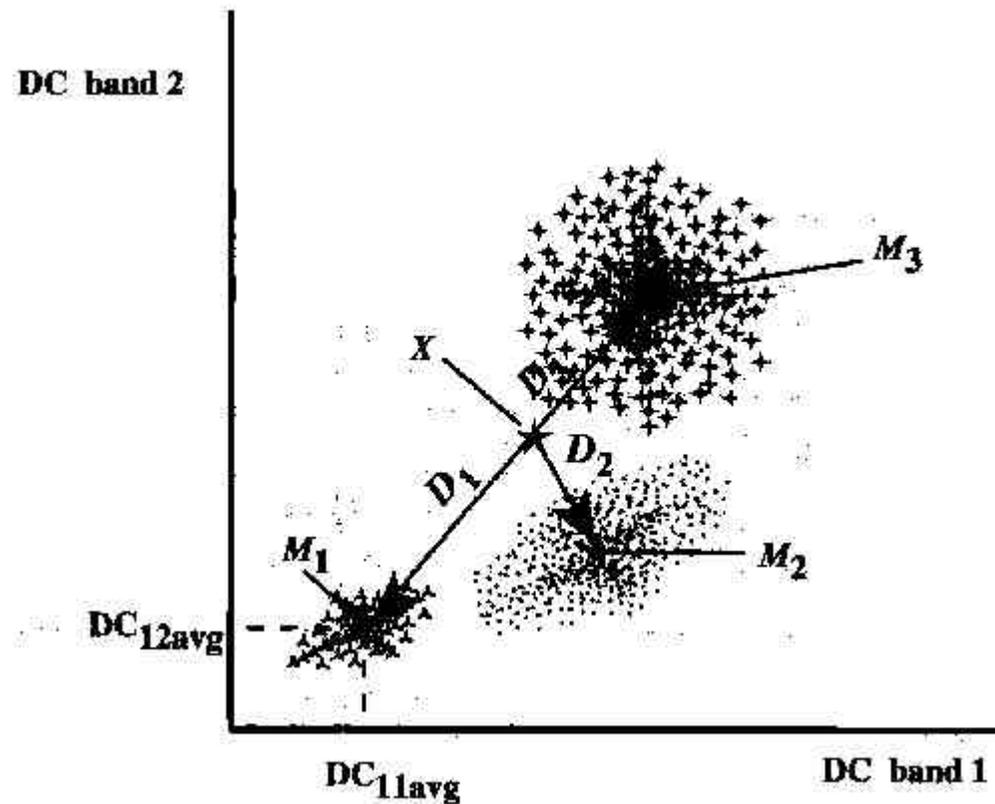
#### Clasificación:

- 1) **No supervisada:** - búsqueda automática de  $N$  grupos de píxeles con firmas espectrales similares
  - $N =$  input usuario
  - Tentativamente al principio, después clas. supervisada
  
- 2) **Supervisada:** - Usuario identifica visualmente una clase. El algoritmo asigna a esa clase los píxeles con firma espectral similar

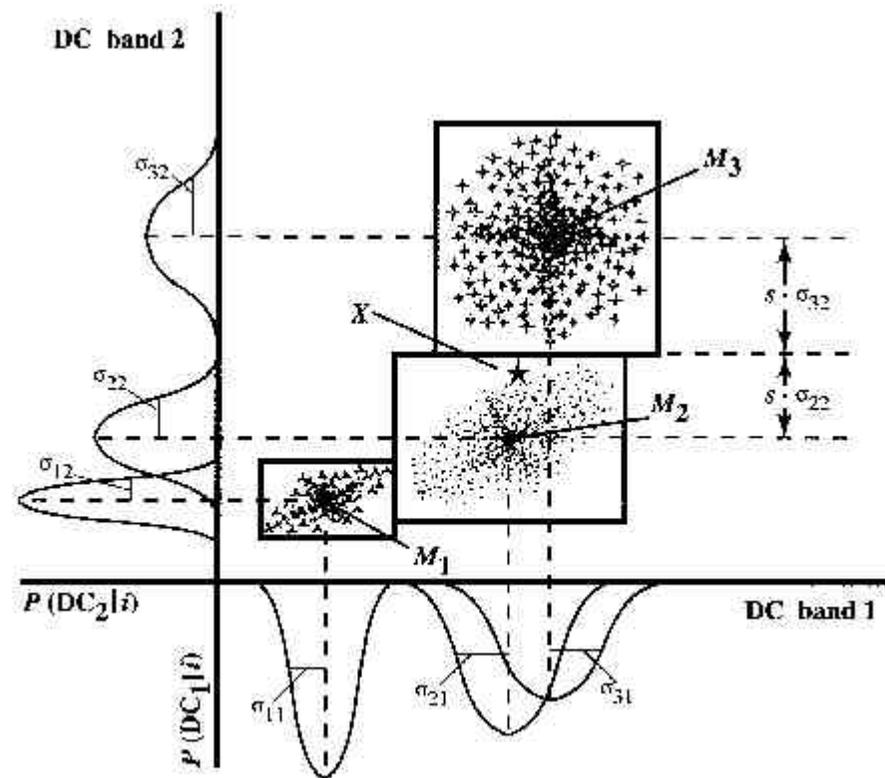
- Limitaciones:
- Robustez base datos entrenamiento
  - Validez asunción PDF Gaussiana.
  - Por defecto se asume que las matrices de covarianza de las clases son iguales.
  - Evaluar la robustez del clasificador con más datos

## Criterios para la agrupación de las clases:

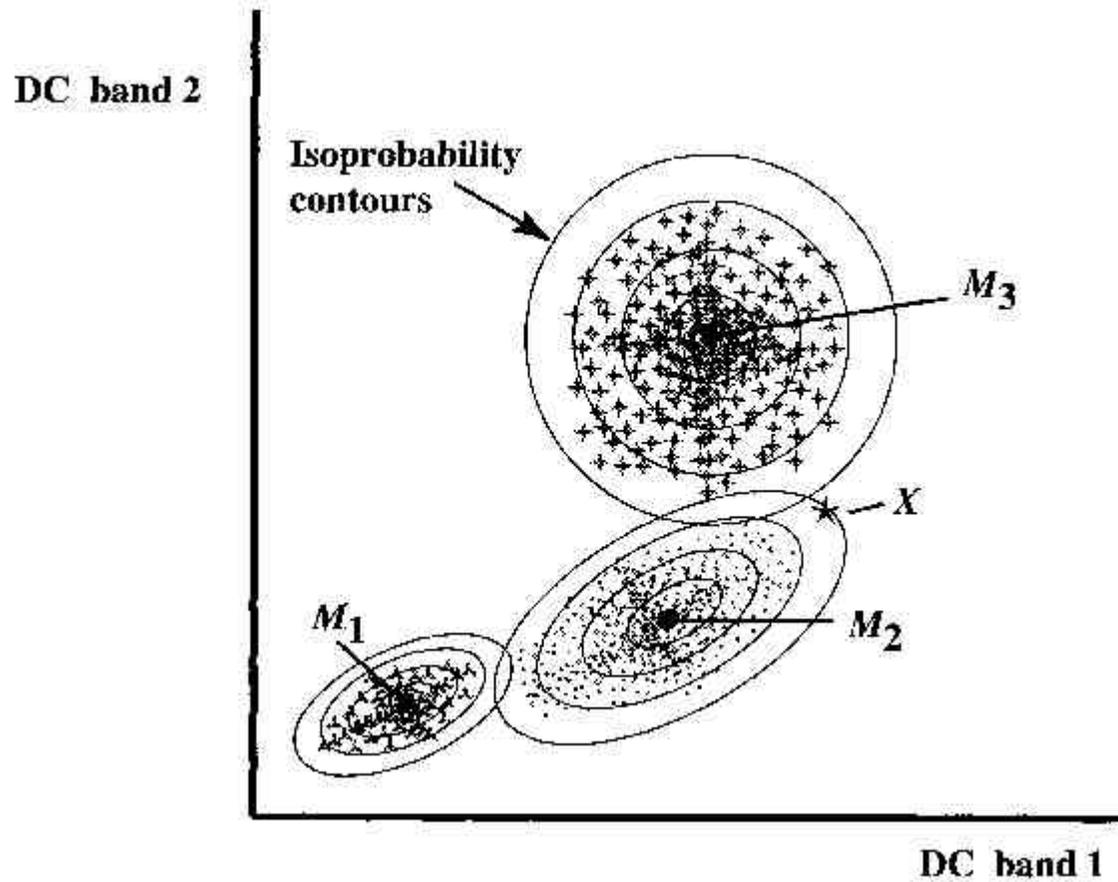
- Mínima distancia a la media:



- Mínima distancia estadística a la media:



- Máxima probabilidad a posteriori:



## Ejemplo: Procesado de imágenes SPOT para obtención de DEMs

### CORRECCIONES RADIOMETRICAS Y GEOMETRICAS EN IMAGENES SPOT



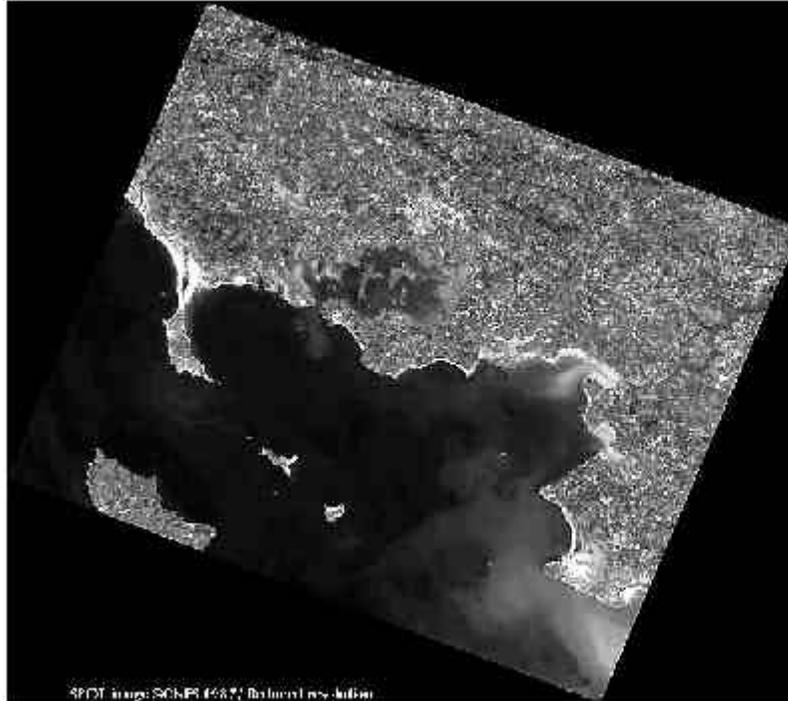
SPOT IMAGE  
PRE-PROCESSING LEVEL 1A

Correcciones radiométricas



SPOT IMAGE  
PRE-PROCESSING LEVEL 1B

Correcciones geométricas:  
-efecto panorámico  
- rotación Tierra  
- curvatura Tierra  
- variación altitud orbital



## SPOT IMAGE

### PRE-PROCESSING LEVEL 2A/2B

#### Correcciones geométricas:

- **rectificación a proyección cartográfica estándar**
- **alineamiento Norte verdadero**
- **precisión absoluta pixel = 500 m 2A**
- **precisión absoluta < 20 m**  
si GCP 2B y  $\Delta z < 1250$  m o  
 $\Delta z < 170$  m áng. oblicuos    2B

## ORTHO

- **mejora precisión mediante uso DEMs**

## Imagen SPOT de Toulon:

