

A. SERRANO RODRIGUEZ, E. ANTEQUERA TERROSO y J.L. MIRALLES GARCIA

APLICACION DE LA TELEDETECCION A LA ORDENACION DEL TERRITORIO; IMAGEN SATELITE CORREGIDA GEOMETRICAMENTE DE LA PROVINCIA DE CASTELLON,

Este trabajo comprende los siguientes puntos:

- 1.- Introducción
- 2.- Técnica de corrección utilizada
- 3.- Limitaciones del equipo de tratamiento de imágenes
- 4.- Desarrollo del proceso de corrección,
- 5.- Unión de la zona de Vinaroz-Peñíscola
- 6.- Comprobación de la corrección,
- 7.- Bibliografía,

1.- INTRODUCCION,

La corrección geométrica de la imagen satélite de la provincia de Castellón, forma parte de un trabajo más amplio que comprende la corrección de las tres provincias valencianas,

La motivación de este trabajo es doble; por un lado se trata de estudiar las posibilidades de aplicación de estas correcciones dentro del Sistema Experto de Preconocimiento y Control Territorial (SERECOT) y por otro se quiere, a través de la Conselleria d'Obres Públiques i Urbanisme, editar un poster de cada provincia a escala 1/200,000 y otro conjunto de todo el País Valenciano a 1/500,000 únicamente con fines didácticos que darán una visión más comprensible que la cartografía habitual y que se distribuirán por colegios, institutos, etc.

2.- TECNICA DE CORRECCION UTILIZADA,

Para este proceso de corrección, se ha utilizado el software básico implantado en el equipo de tratamiento de imágenes y que parte de un modelo lineal de ajuste por mínimos cuadrados de la forma:

$$X_s = A_0 + A_1 X_d + A_2 Y_d$$

$$Y_s = B_0 + B_1 X_d + B_2 Y_d$$

donde:

(X_s, Y_s) son las coordenadas origen (imagen sin corregir)

(X_d, Y_d) son las coordenadas destino (imagen corregida)

(A_i, B_i) son constantes calibradas por el sistema,

Para poder trabajar con esta función, el paso previo debe ser transformar las coordenadas-plano (UTM) a coordenadas-pantalla corregida o lo que es lo mismo, a coordenadas destino (X_d, Y_d). Para ello se ha aplicado la conversión de escala siguiente:

$$X_d = (739'6 - x) * 12'6582$$

$$Y_d = 2048 - (4392'1 - Y) * 12'6582$$

Siendo:

(X_d, Y_d) las coordenadas destino

(X, Y) las coordenadas UTM de los puntos de control utilizados en la corrección,

(739'6, 4392'1) coordenadas UTM del punto de control utilizado como origen relativo,

12'6582 es el factor de transformación de pixels a Kilómetros (un Kilómetro equivale a 12'6582 pixels de 79 m, de resolución),

A la imagen corregida se le ha aplicado una traslación de valor (0,2048) para obtener un máximo aprovechamiento de la pantalla,

De las tres técnicas de interpolación de pixels más comúnmente usadas -pixel más próximo, interpolación bilineal e interpolación por convolución cúbica- se ha optado por la primera por conservar los valores radiométricos originales,

Hemos utilizado cintas Landsat 5 con sensores MSS de 79 m, de resolución por pixel ya que al buscar una imagen a escala 1/200,000 de cada provincia, se prefirieron a las TM de 30 m, por tamaño de la imagen resultante y limitaciones del equipo,

La experiencia demostró que mayor número de iteraciones producían mejoras inapreciables.

Para completar la provincia de Castellón son necesarias dos cintas, tal como se indica en la figura nº 1. En nuestro caso hemos utilizado las correspondientes a los cuadrantes 199,32 del 8 de Marzo de 1,985 que abarca la mayor parte de la provincia y la 198,32 del 9 de Marzo del mismo año para la franja de Vinaroz-Peñíscola.

4.- DESARROLLO DEL PROCESO DE CORRECCION

El primer paso del proceso fue la obtención del mosaico de imágenes sin corregir que delimitan la provincia de Castellón (excepto la zona de Vinaroz-Peñíscola), (figura nº 2,)

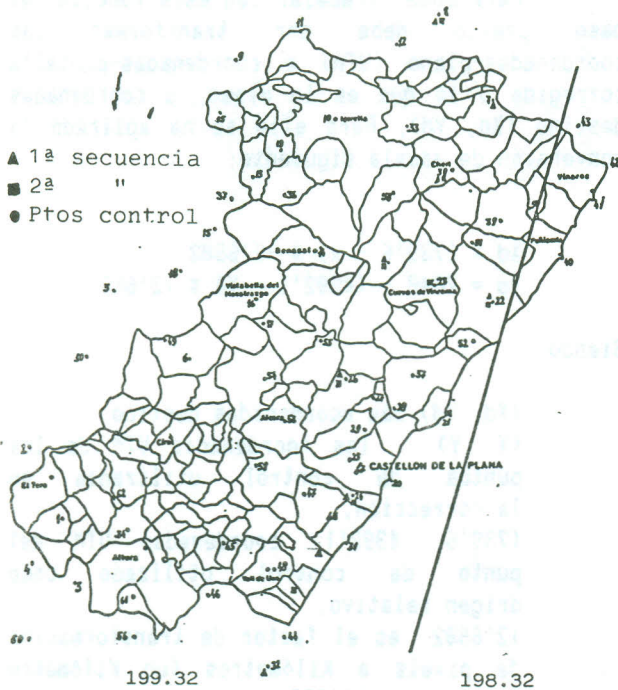


FIGURA Nº 1

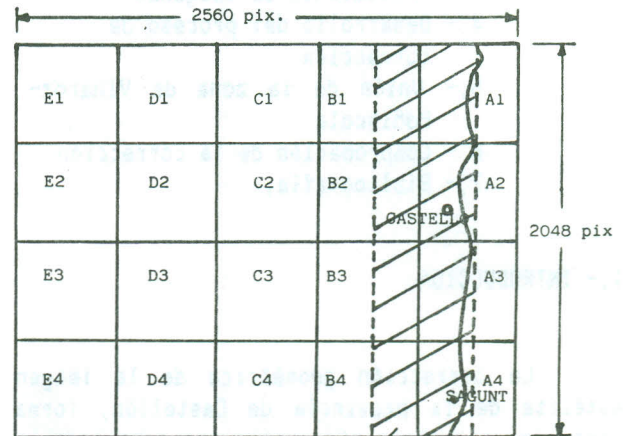
3. LIMITACIONES DEL EQUIPO

El equipo PERICOLOR 2,001 que disponemos cuenta con tres tarjetas de imagen con capacidad para 8 imágenes de 512 x 512 pixels cada una.

A la hora de la corrección geométrica partimos de dos limitaciones importantes;

- 1.- Una de las dimensiones de la pantalla debe ser 512 pixels/línea o líneas.
- 2.- En cada proceso de corrección sólo se pueden utilizar 10 puntos.

La primera de estas limitaciones se soslayó realizando correcciones sobre columnas de 512 x 2048 pixels, obteniéndose franjas de imágenes contiguas que formaban un mosaico. La segunda de las limitaciones se evitó realizando dos correcciones consecutivas sobre la misma columna de imágenes.



Franja de obtención de puntos para la secuencias de corrección.

FIGURA Nº 2

A partir de aquí los pasos realizados han sido los siguientes;

- 1.- Identificación de una serie de puntos en la imagen sin corregir con obtención de sus coordenadas de referencia de pantalla, (figura nº 1).

Este paso nos van a servir para la realización de la secuencia de corrección geométrica. Dado que partimos de las dos limitaciones señaladas en el punto anterior, optamos por identificar los puntos dentro de la zona tramada que se indica en la figura 2 por corresponderse con la más poblada de la provincia.

Por otra parte, esta identificación debe ser lo más exacta posible debiéndose distribuir de forma aproximadamente exagonal por todo el área a corregir. Se deben elegir pues, puntos como cruces de carreteras, faros, presas de embalses, etc. Sin embargo, al utilizar sensores de 79 m, de resolución, el cumplimiento de las dos condiciones antes señaladas se dificulta de manera importante por lo que es inevitable introducir una serie de errores en esta primera

parte del proceso, que por lo demás, es la base de todo el desarrollo posterior,

Para paliar en parte el problema es conveniente trabajar para esta identificación en falso color (bandas 4, 5 y 7 MSS)

- 2.- Identificación de esos mismos puntos en mapas 1/50,000 y obtención de sus coordenadas UTM,
- 3.- Corrección propiamente dicha,
- 4.- Con ésto la imagen corregida que se obtiene es la indicada en la figura nº 3. De esta imagen "aprovechamos" el área punteada y pasamos a corregir la imagen contigua hasta formar un mosaico de imágenes corregidas que complete toda la provincia,

Como se observa en la figura, la imagen gana pixels en vertical, es decir, repite pixels y pierde en horizontal. Esto se debe a la interpolación aplicada,

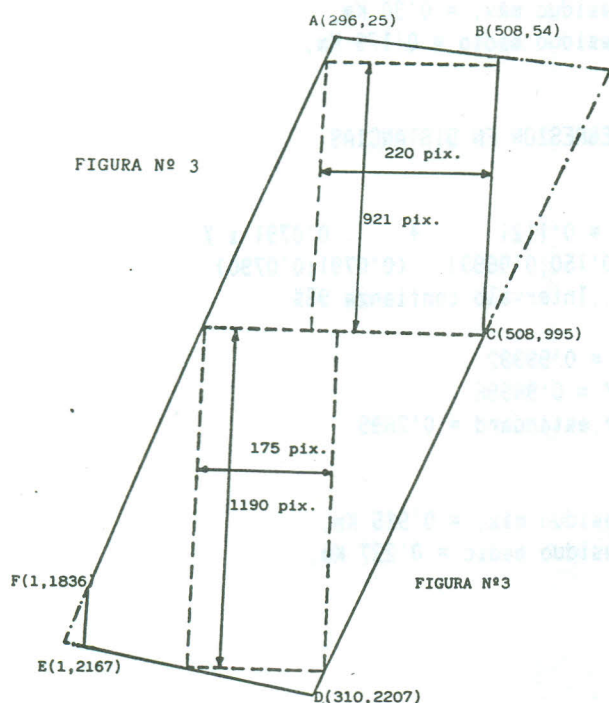
Para obtener la imagen contigua, hemos utilizado las siguientes relaciones;

$$FD(\text{hor}) = 362 \text{ pix}, \quad \text{---} \quad FD = 365 \text{ pix}, \\ 175 \text{ pix}, \quad \text{---} \quad X1$$

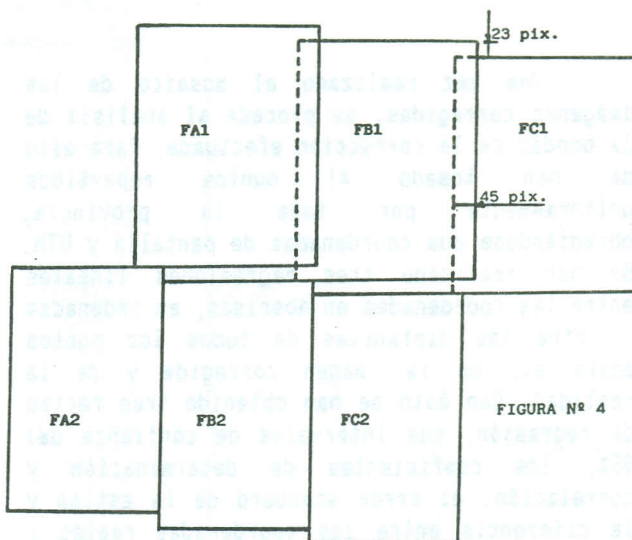
$$X1 = 176'45$$

$$512 \text{ pix}, \quad \text{---} \quad 365 \text{ pix}, \\ X2 \text{ pix}, \quad \text{---} \quad 176'45$$

$$X2 = 247 \text{ pix},$$



De esta forma, obtenemos el mosaico reflejado en la figura nº 4. La diferencia de ordenadas entre las distintas partes del mosaico se debe al giro que se produce en la imagen corregida,



5.- UNION DE LA ZONA VINARÓZ-PENISCOLA

El proceso de corrección utilizado fue básicamente similar al explicado anteriormente aunque con distinta secuencia de corrección dado que se trataba de otro cuadrante,

Tomamos una imagen que se solapase con la correspondiente al resto de la provincia a la que se le aplicó la secuencia específica para Vinaroz-Peñíscola,

Por último, quedaba un problema por resolver dado que al trabajar con cintas de distintos días y por lo tanto con distinta luminosidad, la unión entre las dos imágenes aparecía netamente diferenciada,

Para resolverlo tomamos el valor medio de la radiación de la zona común a la imagen de Castellón corregida y de Vinaroz-Peñíscola corregida, exceptuando la parte de mar, vimos que entre ambas existía una diferencia de 8, 9 y 10 puntos respectivamente en las bandas 7, 5 y 4; diferencia que se restó a la zona de Vinaroz con un buen resultado en la zona terrestre, en la zona marítima hemos recurrido a la fusión de imágenes de mar,

Otra alternativa utilizada en las provincias de Valencia y Castellón para formar mosaico de imágenes consiste en multiplicar la imagen a unir por la relación entre el índice de

brillo medio de ambas. La única condición a tener en cuenta es tomar para el cálculo de este índice de brillo medio zonas homogéneas en ambas imágenes por lo que es preferible no considerar el mar para esto.

6.- COMPROBACION DE LA CORRECCION

Una vez realizado el mosaico de las imágenes corregidas, se procede al análisis de la bondad de la corrección efectuada. Para ello se han tomado 41 puntos repartidos uniformemente por toda la provincia, obteniéndose sus coordenadas de pantalla y UTM. Se han realizado tres regresiones lineales entre las coordenadas en abscisas, en ordenadas y entre las distancias de todos los puntos entre sí, de la imagen corregida y de la realidad. Con esto se han obtenido tres rectas de regresión, sus intervalos de confianza del 95%, los coeficientes de determinación y correlación, el error standard de la estima y la diferencia entre las coordenadas reales y las que se derivan del modelo para cada caso.

Los coeficientes de correlación y determinación para las coordenadas en X y en Y han sido superiores al 99%, lo que refleja la bondad de la corrección efectuada. En media, el tamaño real del pixel corregido es de 79,3 m. (Cuadro siguiente)

En cuanto a las distancias, los coeficientes de determinación y correlación son también superiores al 99% con un tamaño medio de pixel de 79,1 m. En la página siguiente se reflejan los resultados de estas tres correcciones.

Aunque estos resultados confirman la bondad del método, resulta evidente que no tienen validez cartográfica y que las posibilidades de comparar imágenes en dos momentos distintos del tiempo son reducidas desde el punto de vista de la elaboración del sistema SERCOT antes mencionado.

Hay que destacar en este proceso de comprobación la alta probabilidad de cometer errores accidentales, aparte la dificultad de identificación unívoca sobre la pantalla de los puntos, se debe añadir la de identificación sobre las distintas hojas a 1/50,000, errores en la obtención de coordenadas UTM e incluso los debidos a la no actualización de los mapas.

La influencia de estos errores accidentales sobre el cómputo total es muy difícil de precisar y por lo tanto, la única forma de evaluación sobre la bondad de la corrección se deberá basar en la comparación de

resultados con imágenes de iguales características en cuanto a sensores y superficie.

REGRESION EN ABCISAS

$Y = 615'65 + 0'0796 \times X$
(615'84;615'49) (0'0797;0'0795)
...Intervalo confianza 95%

$R = 0'99997$
 $R^2 = 0'99998$
Er,estandard = 0'1681

Residuo máx. = 0'35 Km,
Residuo medio = 0'123 Km,

REGRESION EN ORDENADAS

$Y = 4540'99 + -0'0788 \times X$
(4541'28;4540'69) (-0'0786;-0'0791)
...Intervalo confianza 95%

$R = 0'99989$
 $R^2 = 0'99995$
Er,estandard = 0'3770

Residuo máx. = 0'90 Km,
Residuo medio = 0'173 Km,

REGRESION EN DISTANCIAS

$Y = 0'1121 + 0'0791 \times X$
(0'150;0'0693) (0'0791;0'0790)
...Intervalo confianza 95%

$R = 0'99992$
 $R^2 = 0'99996$
Er,estandard = 0'2699

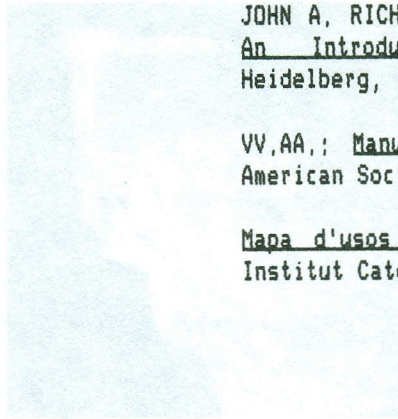
Residuo máx. = 0'915 Km,
Residuo medio = 0'227 Km,

7.-BIBLIOGRAFIA

JOHN A. RICHARDS; Remote Sensing Digital Image
An Introduction. Springer-Verlag, Berlín
Heidelberg, 1,986

VV.AA.; Manual of Remote Sensing. Volumen I,
American Society of Photogrametria, 1,983

Mapa d'usos del sol de Catalunya. 1/250,000,
Institut Catogràfic de Catalunya,



El estudio de la provincia de Castellón sin corrección geométrica. Banda 7 MSS 199,32/8,3,85. La línea de la derecha indica el final de la cinta. En la parte inferior se encuentra la Ciudad de Castellón.



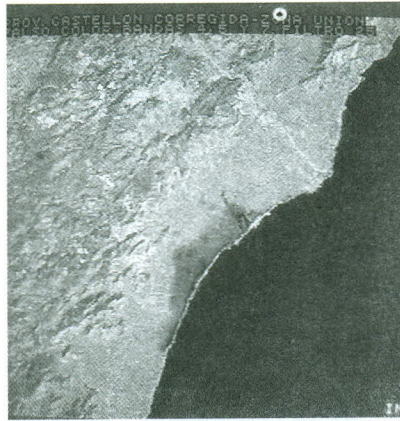
DIAPOSITIVA N.º 1.– Provincia de Castellón sin corrección geométrica. Banda 7 MSS 199,32/8,3,85. La línea de la derecha indica el final de la cinta. En la parte inferior se encuentra la Ciudad de Castellón.

Ver Foto color n.º 12 en página 367



DIAPOSITIVA N.º 2.– Provincia de Castellón corregida geoméricamente. Banda 7 MSS 199,32/8,3,85. En la parte inferior se señala el contorno del límite provincial.

Ver Foto color n.º 13 en página 367



DIAPOSITIVA N.º 3.— Falso color bandas 7, 5 y 4 corregidas geométricamente. Marjal de Torreblanca y unión cintas 199,32/8,3,85 y 198,32/9,3,85.

Ver Foto color n.º 14 en página 367