

CARACTERIZACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE SECTORES Y UNIDADES AMBIENTALES DISCRIMINADAS A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL SENSOR (T.M.) DEL LANDSAT-5 EN LA COMARCA DEL VALLE DE AYORA-COFRENTES

V. BORDAS

Dpto. de Geología. Universitat de Valencia. Valencia

RESUMEN

Centramos esta comunicación en el estudio comparativo entre unidades básicas de actuación definidas como áreas homogéneas, respecto a los parámetros ambientales, clima, tipo de suelo, litología, vegetación y pendiente, cartografiada y caracterizada por métodos convencionales: a) Fotointerpretación con apoyo de mapas temáticos (geológicos, topográficos y de suelos); b) trabajo de campo, para verificar los límites de las unidades previamente cartografiadas, y en donde se incluye la toma de muestras; c) análisis convencionales de suelos en el laboratorio. El conjunto de esta información nos permitirá, hallar para cada unidad, el estado actual y el riesgo de erosión hídrica, degradación física y degradación biológica. A partir de esta información podremos realizar un estudio comparativo entre los sectores y unidades previamente cartografiados y los discriminados a partir de los tres falsos colores realizados (bandas 3,4,5; 3,4,7 y 2,3,4 del sensor TM) del Landsat-5 seleccionado, éste último por la mejor diferenciación de unidades observada.

ABSTRACT

The work represents a comparative study for the characterization of the basic units of actuation (homogeneous areas with respect to environmental parameters such as climate, lithology, vegetation and slope.). These units were cartographed and characterised by conventional methods such as photointerpretation by thematic maps (geological, topographic and soil maps), field work to verify the limits of the mentioned basic units, and sample collection and laboratory analysis of the collected samples. All the previous information leads us to estimate the hydraulic erosion, physical and biological degradation. The conventional mentioned methods are compared with the Remote Sensing data of Landsat-5, TM images for the discrimination of the basic units (mapped with the previous methods). Among the various constructed false colour combinations (bands 3,4,5; 3,4,7 y 2,3,4 as blue, green and red), the false colour of 2,3,4 was the best for mapping and discriminating the studied basic units.

1. INTRODUCCION

En este estudio se han utilizado las bandas 2, 3, 4, 5 y 7. Como introducción haremos referencia a algunos trabajos en los que se han utilizado estas bandas: Ripple (1985) destaca las bandas 4 y 7 de este sensor como las mejores para diferenciar biomasa vegetal húmeda y cobertura vegetal total; Caselles et al. (1985), consideran las bandas 5 y 7 como las mejores para distinguir vegetación de seco de la de regadío. Con el fin de estudiar los suelos, paisajes y otros elementos del medio físico y poder discriminar unidades fisiográficas homogéneas, con su posterior correlación y verificación mediante estudios de fotointerpretación y calidad terreno, Labrandero (1980-1987), ha realizado diversos trabajos con distintas bandas del sensor TM del Landsat-5, indicando que "la interpretación de imágenes falso color, obtenidas por combinación de las bandas 2, 3, 4, realza las características de profundidad y erosión del suelo", por esta razón una de las combinaciones utilizadas en este trabajo es el FC 234.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza un análisis multispectral supervisado por las bandas 2, 3, 4, 5 y 7 obtenidas del Landsat-5, sensor Thematic Mapper (T.M.). Las imágenes fueron tomadas el 17 de abril a las 10 horas solar y corresponden a la depresión, valle y relieves adyacentes, situados en la comarca del Valle de Ayora-Cofrentes. Las imágenes fueron corregidas geométricamente mediante un ajuste lineal y una interpolación por el píxel vecino. Se seleccionan tres falsos colores al combinar linealmente las bandas 3, 4, 5; 3, 4, 7 y 2, 3, 4, a las que asignamos los colores azul, verde y rojo respectivamente.

Para la cartografía previa o convencional (Figura 1) se utilizan también fotos aéreas de la zona de estudio, a escala 1/33.000, mapas geológicos (escala 1/50.000 correspondientes a Ayora, hoja 768 del I.G.M.E. y el 1/200.000 de la provincia de Valencia (Gutiérrez et al., 1984), así como los topográficos del ejército (1/50.000 y 1/100.000)

Tabla 1.- Características ecológicas y grados de degradación de las unidades fisiográficas delimitadas en el FC 234.

N° un. fisiog.	N° un. básica (1)	Litología	Fisiografía	vegetación	Suelo FAO(1974)	Erosión hídrica grado/riesgo morfología		Degrad. fis. EA EE/EP (2) (3)		Degrad. biol. EA EE/EP (2) (3)		FC 234 (4)
1-2	59-39	Aluvial. Arcillas y arenas	llanura, valle, depresión.	Agrícola: Regadío con secano puntual	Jc, Bc, Bk	1/1	Laminar	3	4/4	3-4	4/5	rojo
2	36/39	Aluvial o aluvicoluvial arcillas y arenas	terrazza con pendiente inferior al 10%	Agrícola: secano con regadío puntual	Bk	1-2/1	Laminar	3	4/4	3-2	4/4	blanco-rojizo con amarillito verdoso
3,3'	43:28 62	arcillas y/o conglomer. terciar.	laderas con pendientes 8-15% 15-25%	Forestal: Agrícola: matorral: erial-sec.	Lk, Bk, Bc	2-3/3; 3/3	Laminar surcos	2-3	4 4-5	2; 3-4	3/5	blanco-pardo amarillito verdoso
4	44	arcillas rojas miocénicas.	laderas con pend. medias inferiores al 20%	Forestal: pinar- matorral	Lk	2/3	Laminar surcos	3	4/4	2	2-3/4	narrón
5	89' 89''	arcillas y margas del Keuper	llan. depres y terrazas pend. medias inf. al 15%	Forestal/ Agrícola matorral/ erial sec	Rc, Ke	3-4/5	Laminar surcos cárcavas	3	4/5	3	4,5/5	Azul-grisáceo
6	89/83	arcillas y margas del Keuper	reliev. con pendientes med. del 15 al 25%	matorral gipsicol.	Re, Be	5/5	Laminar surcos cárcavas desplaza.	3	4/4-5	3	3-4/ 4-5	narrón y gris
7	89	arcillas y margas del Keuper	reliev. con pendientes medias del 25%	matorral	Re, Be	4-5/5	Laminar surcos y algunas cárcavas	3	4/4-5	2-3	3/4	narrón oscuro rojizo
8	72, 100, 102	calizas dolomías cretácic.	laderas de med. nacizos calizos	Pinar-matorral (8)	Ud, Rc, Ro	1/4	laminar	2	2-3/4	1	1-2/ 2-3	narrón oscuro y rojizo
8'	102'		Calizos y Palomeras Montesayor	matorral (8')		2-3/4	laminar, barrancos			1	3/4	

(1) correspondencia aproximada.
(2) EA: Estado actual.
(3) EE: Riesgo efectivo. EP: Riesgo potencial.
(4) FC 234: falso color, bandas 2, 3 y 4.

3. RESULTADOS

En las tres combinaciones que denominamos FC 345, FC 347 y FC 234, se obtienen claras correspondencias con los principales rasgos geomorfoestructurales, relieve, vegetación, red hidrográfica y canales de drenaje.

A partir de la imagen espectral de los tres falsos colores se obtienen distintas unidades fisiográficas (Imagen 2) aunque para este trabajo, hemos seleccionado el FC 234 por ofrecer una mejor diferenciación de unidades las cuales son comparadas con la información y cartografía (Figura 1 y Tabla 1) extraídas por fotointerpretación de fotografías aéreas, mapas geológicos, mapas de suelos y verdad-terreno.

En primer lugar diferenciamos 4 amplias zonas A, B, C y D que se subdividen en varias subzonas en función de las características obtenidas en la imagen digital (reflectividad) y las correspondientes a la litología, relieve, vegetación y uso ya conocidas.

ZONA A: Es un gran área central en forma de banda ligeramente arqueada hacia el este que recorre de norte a sur la zona de estudio, que presenta unas tonalidades más claras en los tres falsos colores respecto al resto del entorno. Corresponde a los materiales cuaternarios y mezcla de cuaternario y terciario (subzona A1) que forman la depresión y valle, destacando entre ellas y en la parte más central de la misma, los depósitos arcillosos del Keuper (subzona A2) que aparecen con una tonalidad rosácea más intensa y definida en el FC 345, indicando con ello una reflectancia de las bandas 3 y 5 con predominio de la 5, mientras que en el FC 347 y FC 234 adquiere una tonalidad rosácea gris (reflectividad de las bandas 3,7) y gris azulada (reflectividad de las bandas 2,3) respectivamente.

Se distinguen claramente el embalse del Embarcadero en azul FC 234, azul más oscuro casi negro para el FC 345 y FC 347, junto al cual se ubica la central nuclear de Cofrentes y un poco más al Oeste el antiguo volcán del mismo

nombre observable en las tres fotos como una mancha subredondeada, mientras que la extensa red hidrográfica que surca este valle en esta zona, ríos: Gabriel y Reconque y las ramblas de Murell y Argongueña, aparecen en tonos blancos en los tres FC. Esta red recoge las aguas de los relieves adyacentes muy erosionables compuestos por materiales sueltos correspondientes al terciario (zona B) y más alejados los relieves cretácicos de la muela y macizo del Caroig al este del Valle, y de los relieves cretácicos correspondientes a la S^a del Boquerón (NO) y Palomeras-Montemayor en el NO y el SO respectivamente (zona C) de la zona de estudio.

Ambas formaciones constituyen las amplias zonas B y C señaladas anteriormente. Son claramente distinguibles en los tres FC estudiados presentando una clara correspondencia con el mapa geológico a escala 1/200.000 (Gutiérrez et al., 1984).

ZONA B: La formación detrítica terciaria aparece en las tres combinaciones en tonos mucho más claros frente a los relieves cretácicos. Aquella presenta áreas puntuales con colores blancos y rojizos en el FC 234, blancos y rosáceos en el FC 345 y blancos y verdes en el FC 347, corresponde a las zonas más llanas sin vegetación a canales de drenaje (blanco), con cultivos (rojo y verde) mientras que las vertientes norte y las zonas con vegetación natural aparecen en tonos marrones oscuros enmascarados con verde o rojo, según el falso color.

En el primer FC, se observan áreas amarillo-verdosas y algunos núcleos pardo-rosáceos que nos indican una mayor reflectividad de las bandas 4 y 5 respectivamente que coinciden con el área de mezcla de tonos verdes y rojizos del FC 345, correspondiente a una mayor reflectividad de éstas dos últimas bandas.

En la tercera combinación FC 347, en esa misma zona se observa un ligero predominio de las tonalidades verdes (banda 4) y un muy ligero tono marrón rosáceo (banda 7).

Vemos que todas ellas presentan un ligero predominio de la banda 4 que aparece en color rojo, amarillo-verdoso o verde claro según se trate del FC 234, FC 345 ó FC 347 en las zonas próximas a los cursos de agua, observándose una correspondencia con las posibles zonas agrícolas de regadío, en contraste con las áreas circundantes más blancas correspondientes a zonas de secano mientras que en tonos más oscuros se observan correspondencias con las vertientes de los relieves terciarios con más pendiente, en las que son visibles las barrancadas y canales de drenaje formados por la escorrentía de las aguas procedentes de los relieves cretácicos superiores.

ZONA C: Los relieves cretácicos aparecen en tonos muy oscuros frente al resto de unidades fisiográficas.

Aparecen con tono marrón-rojizo en el FC 234 y también en el FC 345, aunque en éste sean más claros. En el FC 347 aparecen con predominio de los tonos verdosos.

En las tres FC, se observa cierta correspondencia entre los tonos más oscuros y las vertientes norte, en las que normalmente se ubica una mayor cobertura vegetal y a zonas de barrancadas con una intensa morfología erosiva de cárcavas y barrancos coincidiendo los tonos más oscuros con las

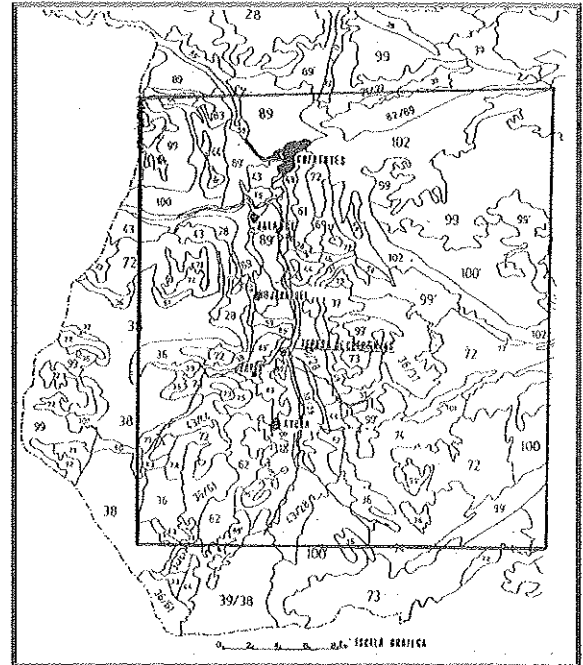


Figura 1.- Unidades básicas de actualización situadas en la Comarca del Valle de Ayora-Cofrentes, Valencia.

zonas de mayor vegetación (C1) y los más claros con las más desforestadas (C2) y las masas calizas (C3).

ZONA D: Corresponde al área ocupada por los relieves del Keuper, al norte de Cofrentes, que sustentan una densidad vegetal elevada. A continuación pasamos a comentar varios ejemplos de unidades fisiográficas-ambientales, de las 13 cartografiadas a partir del FC 234 (Imagen 1 y Figura 2) en función de la reflectividad obtenida y de las características ecológicas ya conocidas, especialmente litología, tipo de suelo y vegetación. Indicaremos en ellas en primer lugar, su situación, principales características ambientales y posteriormente su relación con las unidades básicas de actuación definidas en el resumen de este trabajo y caracterizadas en la Tabla 1 y sus posibles correspondencias con los mecanismos de degradación que se han estudiado y cartografiado por los métodos convencionales (ver Tabla 1, Imagen 1 y Figura 2) que adjuntamos de unidades básicas cartografiadas y fisiográficas discriminadas). En resumen, al ser un método supervisado utilizamos y comparamos la información extraída de la fotointerpretación de fotografías aéreas, mapas geológicos, mapas de suelos, unidades básicas de actuación y verdad terreno para discriminar 13 unidades fisiográficas en el FC 234 (Figura 2).

3. UNIDADES FISIGRÁFICAS-AMBIENTALES. EJEMPLOS

- **Unidad 1:** Aluvial y cuaternario indiferenciado con cultivos de regadío y puntualmente secano con mucha reflectivi-

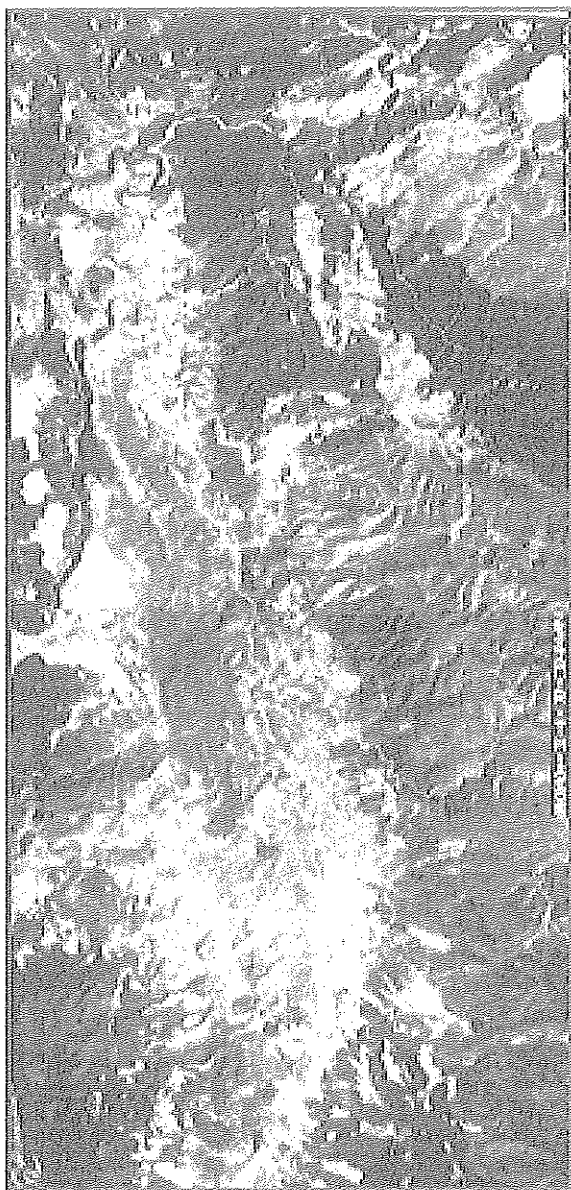


Imagen 1.- Falso color (FC), composición lineal de las bandas 234, sensor T.M. del Landsat-5. Zona piloto Ayora-Cofrentes (Valencia). Véase Anexo de color.

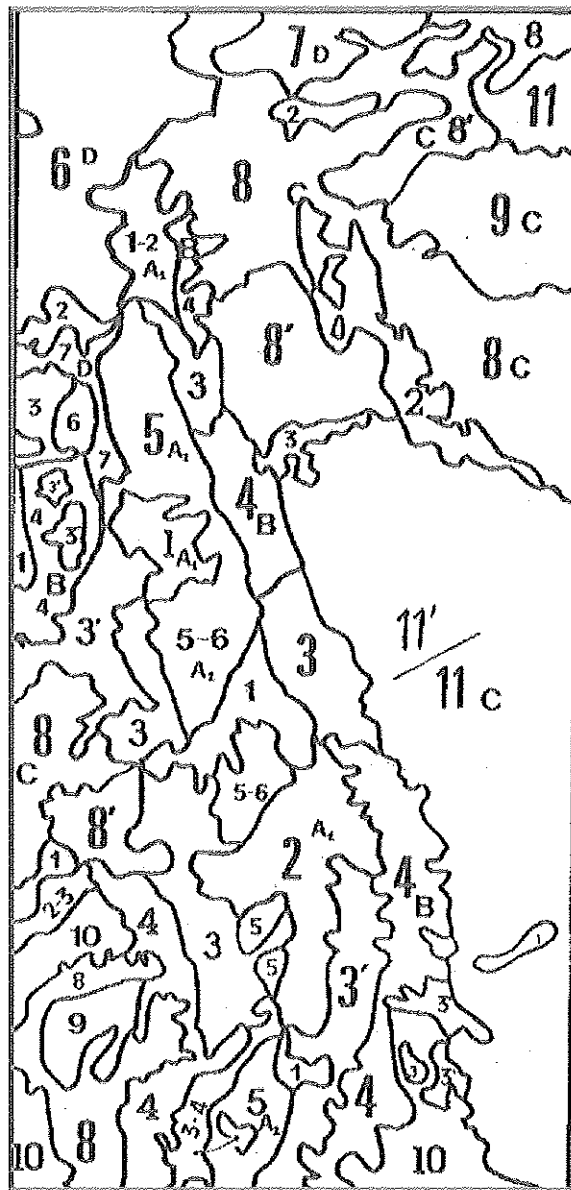


Figura 2.- Unidades fisiográficas FC 234 (Zona piloto Ayora-Cofrentes).

dad en la banda 4. En la zona de estudio aparecen en el Valle cuaternario de Jarafuel y en los aluviales de Zarra-Teresa de Cofrentes, Aluvial de Cofrentes, Rambla del Real, etc. Presentan cierta correspondencia con las unidades ambientales y/o básicas de actuación 59 y 39 (Figura 1). El estado actual de degradación biológica es bajo (grado 2), el riesgo efectivo moderado (3-4) y el potencial entre moderado y alto (4 y 5). El estado actual de degradación física es moderado,

grado 3 y el riesgo potencial y efectivo alto (grado 4). En cuanto a la erosión hídrica presentan grado y riesgo muy bajo (grado 1), con morfología de tipo laminar.

- **Unidad 2:** Sedimentos cuaternarios indiferenciados coinciden con las unidades básicas 38 y 38/39, pero por la menor reflectancia obtenida suponemos que corresponden a aquellas zonas de esa unidad con menor vegetación (secano de poca cobertura o erial). El estado actual de degradación

biológica oscila de moderado a bajo, grado 3 ó 2. El riesgo efectivo de bajo a moderado, grado 2-3 y el potencial moderado-alto (grado 4). El grado de erosión hídrica oscila entre muy bajo y bajo, el riesgo muy bajo, con una morfología erosiva de tipo laminar.

- **Unidad 3:** Sedimentos arcillosos terciarios limitando con los del cuaternario indiferenciado apareciendo en ocasiones mezclada, ejemplo (unidad básica 62). El resto de este tipo de unidad fisiográfica suele corresponderse con las 43/28. Ocupan posiciones topográficas de laderas y terrazas con pendientes medias inferiores al 20%. La escasa reflectancia en color blanco, que se aprecia en el falso color suponemos se debe a la ausencia o escasez de vegetación. En el FC 234, se observa en algunas zonas una mezcla de blanco con tonalidades más oscuras que presentan cierta correspondencia con la variada e intensa morfología erosiva o al incremento de vegetación. El estado actual de degradación biológica es bajo en las zonas forestales (unidad 43) y entre moderado y alto en las zonas de secano. Presentan un riesgo efectivo de degradación biológica entre moderado-bajo y moderado-alto y un riesgo potencial alto. En cuanto al estado actual de degradación física es moderado y el riesgo efectivo y potencial alto. El grado de erosión hídrica oscila entre 2 ó 3, según se trate de unidad forestal o agrícola y el porcentaje de pendiente. El riesgo es moderado. Aparecen con una morfología erosiva laminar y en surcos, apreciables en los tres FC analizados.

- **Unidad 4:** Relieves arcillosos terciarios situados sobre laderas de pendientes moderadas. Existe cierta correspondencia especialmente con la unidad básica 44, aunque se incluyen también partes de la 43 y 28. Aparecen en el FC 234 en marrón. El estado actual de degradación biológica es bajo, grado 2, el efectivo oscila entre bajo y moderado-alto, siendo moderado-alto, el riesgo potencial. En cuanto a la degradación física el estado actual es moderado, grado 3 y el riesgo efectivo y potencial alto, grado 4. La morfología erosiva aparece en forma laminar y surcos que van siendo cada vez más profundos en las zonas más desprovistas de vegetación, debido a la naturaleza fuertemente erosionable de su litología, llegando a transformarse en cárcavas al ir progresando los fenómenos erosivos, en las zonas de mayor pendiente.

- **Unidad 5:** Sedimentos arcillosos del Keuper con margas situadas a lo largo del Valle de Ayora con pendientes medias inferiores al 15%. Con vegetación natural de erial y agrícola de secano de poca cobertura o suelo desnudo. Existe cierta correspondencia con las unidades básicas de actuación 89' y 89".

El estado actual de degradación biológica es moderado, grado 3 y el riesgo efectivo es moderado-alto (grado 4) y alto (grado 5), respectivamente, en función del uso forestal o agrícola. El riesgo potencial es alto, grado 5. El estado actual de degradación física es moderado, grado 3 y el riesgo efectivo y potencial alto, grado 4 y muy alto, grado 5, respectivamente para morfología erosiva de tipo laminar, surcos y con frecuentes cárcavas en toda la unidad, claramente observables en los tres falsos colores realizados. El grado de ero-

sión varía entre el grado 3 y el grado 4, mientras que el riesgo potencial es muy elevado, grado 5.

- **Unidad 6:** Relieves arcillosos del Keuper sobre pendientes medias del 15 al 20% y vegetación típica de erial o matorral gipsícola con núcleos de matorral. Aparece en tono más oscuro con mayor reflectancia frente a la unidad 5 anterior, suponemos es debido o bien a la producción de sombra por el relieve y/o a la mayor densidad vegetal (matorral). Encontramos cierta correspondencia con la unidad básica de actuación 89 y 83.

Presenta un estado actual de degradación biológica moderado, grado 3, un riesgo efectivo moderado-bajo (grado 3) y un riesgo potencial de moderado-alto (4-5). En cuanto a la degradación física se obtiene un estado actual moderado (grado 3) y un riesgo efectivo y potencial alto. El grado y el riesgo de erosión son muy elevado, grado 5, por las pendientes y especialmente por la naturaleza poco consolidada del material, aparece una morfología erosiva más intensa que en la unidad anterior, apareciendo desplazamientos en masa. Las unidades 5 y en segundo lugar la 6 caracterizan las formaciones del Keuper ubicadas en el Valle de Ayora.

- **Unidad 7:** Relieves de arcillas y margas del Keuper con pendientes medias del 25%, con una biomasa vegetal importante, más abundante que en la unidad 6, por eso sale en un tono marrón más oscuro que se corresponde con este falso color a una mayor densidad de la cubierta vegetal.

Caracteriza junto con la unidad 6 a las formaciones triásicas situadas al norte del embalse del Embarcadero en Co-frentes. El estado actual de degradación biológica está entre bajo y moderado-bajo (grado 2-3), el riesgo efectivo es moderado-alto y alto según el tipo de suelo. Para Cambisoles nos salen valores más altos de degradación que para Regosoles dentro de este tipo de unidades fisiográficas. El estado actual de degradación física es moderado, grado 3, el riesgo efectivo alto, grado 4 y el potencial oscila entre grado 4 ó 5 según la pendiente y el estado de desarrollo de la vegetación. El grado de erosión varía entre 4-5 y el riesgo es muy elevado (grado 5) con una correspondencia con los valores más altos de la USLE, de 200 a 300 Tm/Ha/año para el grado 4 o más de 300 Tm/Ha/año para el grado 5. Lo cual se refleja en la intensidad de morfología erosiva, aunque en esta unidad de Keuper por su mayor cobertura no es tan evidente en las imágenes obtenidas del FC 234, FC 345 y FC 347.

- **Unidad 8:** Compuestas por calizas y dolomías cretácicas conforman el conjunto de laderas que orlan las muelas y macizos del Caroig y Palomeras-Montemayor. El estado actual de degradación biológica es muy bajo. El riesgo efectivo varía según el estado de conservación de la cubierta vegetal, cuando existe pinar-matorral varía entre muy bajo (grado 1 y 2) y cuando aparece un matorral degradado con matorral pasa a grado 3 (moderado-bajo). El riesgo potencial en el primer caso se encuentra entre bajo y moderado-bajo y en el segundo es moderado-alto. Respecto a la degradación física en ambos casos el estado actual de degradación es bajo, grado 2. El riesgo efectivo varía entre bajo y moderado y el potencial es alto. La unidad 8, con mayor desarrollo vegetal,

apenas presenta morfología erosiva, siendo esta cuando aparece de tipo laminar. El grado de erosión es muy bajo y el riesgo elevado. En la unidad 8 con una vegetación más degradada, el grado de erosión se encuentra entre bajo y moderado, siendo el riesgo potencial elevado, con una morfología erosiva más acentuada, apareciendo barrancos, observables en la imagen del falso color.

4. CONCLUSIONES.

La mejor discriminación se realiza con la morfología erosiva, especialmente la más intensa debida a los abarrancamientos y canales de drenaje producidos por la erosión de las aguas.

- También son evidentes y de fácil discriminación la densidad de la masa vegetal natural y los usos agrícolas de secano frente al regadío, conjuntamente con las principales características del relieve y la litología, cuando la vegetación está prácticamente ausente.

- Todo ello puede marcarnos indirectamente zonas a las que es posible relacionar con un determinado grado de erosión hídrica e incluso para el estado actual degradación biológica y física ya que estos procesos están ligados a las características del suelo, de la biomasa vegetal o topografía siendo posible la discriminación siempre que las diferencias sean notables (de más de 2 grados). Ejemplo: Aquellas zonas en color marrón oscuro-rojizo correspondientes a relieves calizos que iban ligadas a características de suelos forestales y con vegetación desarrollada se les podría asignar el grado 1-2 para el estado actual de degradación biológica, tanto si

ocupan posiciones de mesa como de vertientes debido a la incorporación apreciable de M.O. que suelen presentar estas unidades; mientras que para estas mismas unidades en la degradación física y erosión, el grado pasaría a 2-3 en las vertientes y continuaría siendo 1-2 en las altiplanicies.

- Se observa también correspondencia entre los grados de erosión elevados (4) y las formaciones de materiales de las facies Keuper y en las arcillas miocénicas que también son fácilmente discriminables en la zona estudiada en cualquiera de los tres falsos colores obtenidos de la misma.

- Finalmente, el conjunto de materiales detríticos (cuaternario, terciario y Keuper) con vegetación de matorral y secano fácilmente discriminables en los tres FC analizados se le puede identificar con un estado actual de degradación biológica, correspondiente a un grado 3 y un riesgo potencial de grado 4 a 5.

5. AGRADECIMIENTOS

A la U.D. de Edafología-Geología, especialmente a mi director de tesis Dr. Juan Sánchez Díaz y a la Consellería de Cultura, Educació i Ciència (Valencia) que subvencionó parcialmente mediante la concesión de una beca la realización de la tesis doctoral, en donde se incluye parte de esta comunicación y al Dpto. de Urbanismo de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Univ. Politécnica de Valencia) por dejarme utilizar el sistema de tratamiento digital de imágenes.

6. BIBLIOGRAFIA

- ✓ BORDÁS VALLS, V. (1990): Aproximación metodológica para el estudio y valoración de los factores y mecanismos indicadores de la Desertificación. Aplicación y cartografía a tres zonas piloto de la provincia de Valencia. Tesis Doctoral. *Ser. de Public. Univ. de Valencia*. I.S.S.B.N.: 84-370-0614-7.
- ✓ CASELLES, V.; GANDIA, S; MELIA, J. (1985): Estudio de la reflectividades de cultivos de cítricos mediante el satélite Landsat-5 (T.M.) XX *Reunión Biental de la Sociedad Española de Física*. Sitges.
- ✓ LABRANDERO, J.L.; GUERRA, A; PALOU, F. (1980): Análisis digital de datos Landsat aplicado al reconocimiento de suelos: Método supervisado. *An. Edaf. Agrobiol.*, vol. 39, 5-6: 773-782.
- ✓ LABRANDERO, J.L. (1987): Aplicación al estudio del suelo de los componentes principales de una imagen Landsat-TM. *II Reunión Nacional del Grupo de Trabajo en Teledetección*. Valencia Sesión V: 269-279.
- ✓ RIPPLE, W.J. (1985): Landsat thematic mapper bands for characterizing fescue grass vegetation. *Int. J. Remote Sensing*. Vol. 6, nº. 8: 1373-1384.
- ✓ WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D., (1958): Rainfall energy and its relation to soil loss. *Trans. Amer. Geophysical Union*, 39. pp 285-291. Referencia de tablas y figuras: