coef #	coef x	coef y		
0	656532.766	4289169.942		
1	24.834	-0.109		
2	0.003	25.129		
Forward gcp id	**Transformation input x output x**	**Errors input y output y**	**x error**	**y error**
1	1338.000	2355.900		
	689809.700	4348114.800	-1.170	-5.532
2	1723.000	1215.900		
	699411.600	4319564.900	-1.597	-7.549
3	3389.000	1347.000		
	741034.900	4322937.000	0.560	2.646
4	2593.000	1819.000		
	721134.200	4334687.300	1.626	7.688
5	1160.000	1582.900		
	685383.300	4328791.200	1.597	7.549
6	3066.000	2232.000		
	732957.400	4345013.600	-2.911	-13.763
7	2784.000	2615.000		
	725909.400	4354588.100	1.895	8.961
Forward transformation RMS Error (X, Y) = (1.752, 8.284) metros				
Backward transformation RMS Error (X, Y) = (0.070, 0.331) pixels				

TABLA 2.

Para eliminar esas diferencias, la imagen o imágenes han de ser calibradas radiométricamente. El procedimiento más sencillo es utilizar los estadísticos básicos de una imagen de referencia para ajustar el contraste de la imagen a calibrar. Según las capacidades del software disponible es posible aplicar distintos procedimientos para el ajuste del contraste sin embargo el más sencillo y adecuado es la expansión lineal, por no producir una transformación en la distribución de frecuencias de los niveles digitales. Para la presente aplicación se utilizaron los valores mínimo y máximo de la imagen de referencia (julio de 1994) para calibrar la imagen correspondiente a julio de 1987. El resultado de esta transformación son dos juegos de bandas con un rango de valores idéntico que permita su comparación mediante el álgebra de imágenes y/u otras técnicas.

5.4. CREACIÓN DE IMÁGENES DERIVADAS

El cociente de bandas es ampliamente utilizado en teledetección para la elaboración de índices, así el cociente IR / R es ampliamente utilizado como índice de vegetación. Esto es debido a la respuesta espectral de la vegetación en las bandas del infrarrojo y del rojo, el valor de la radiancia es mayor en las bandas infrarrojas y valores mas bajos en la banda visible correspondiente al rojo, cuanto mayor sea el vigor vegetal de la vegetación. Este comportamiento es motivado por la respuesta de la vegetación. En la zona visible del espectro los pigmentos de la vegetación absorben la mayor parte de la luz que reciben (para realizar la función clorofílica) mientras que en el infrarrojo tienen un comportamiento transparente. Por esto, el cociente reflejará con bastante fidelidad el tipo de vegetación y el estado fenológico de la cubierta vegetal presente en la imagen.

Otra propiedad de los cocientes entre bandas espectrales es el de reducir el efecto de la topografía en las imágenes, homogeneizándose el contraste y las condiciones de iluminación en la imagen índice resultante.

Se han calculado sendos índices de vegetación (IR/R) para ambas fechas con el objeto de calcular posteriormente una imagen de cambio del vigor vegetal en ambas fechas y como ayuda para la interpretación cualitativa del cambio producido entre ambas fechas.

5.4. ÁLGEBRA DE IMÁGENES-DETECCIÓN DE CAMBIOS

La resta suele utilizarse para examinar las diferencias absolutas entre un par de imágenes tomadas en distinta fecha. El resultado es una imagen continua con valores positivos y valores negativos, el valor cero indica la inexistencia de cambio entre las dos fechas. Entre las dos fechas puede haber un cambio considerado como normal por lo que solo los valores mínimos y máximos de la imagen resta corresponden a un cambio real, de la determinación óptima del umbral de cambio dependerá el éxito del análisis multitemporal.

Visualmente la imagen de cambio es una imagen en niveles de gris donde los tonos de gris intermedios muestran zonas en las que el uso/ocupación de suelo no ha experimentado cambio y los valores extremos de la imagen correspondientes con los tonos blancos y negros corresponden al cambio de uno u otro signo acaecido entre ambas fechas.

5.5. ASPECTOS CARTOGRÁFICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ORTOIMÁGENES

La realización de una serie de ortoimágenes de la zona de estudio tiene como principal finalidad el conseguir una base cartográfica plana (proyección UTM) que aporte además de un mejor conocimiento de la zona un soporte cartográfico para su posterior integración con otro tipo de bases de datos espaciales o ficheros vectoriales procedentes de análisis espacial en un entorno SIG.

Teniendo presente la extensión del área de estudio (58 x 38 km) se calculó el tamaño de hoja en función de la máxima escala de representación que permiten las imágenes del sensor Thematic Mapper 1:100.000. Utilizándose un tamaño de hoja para toda la serie de 63 x 54 centímetros.

La proyección utilizada es la UTM; Sistema de coordenadas UTM y elipsoide de Hayford, esta elección se basa en la necesidad de establecer una base cartográfica común con la cartografía preexistente con el objeto de conseguir el mejor ajuste posible entre toda la cartografía digital.

Se ha diseñado un marco de hoja apropiado para la representación de las imágenes y la inclusión de los escudos y logotipos pertinentes, así como para los gráfico de localización y demás elementos cartográficos necesarios en cualquier producto de estas características. Como elementos comunes a todas las imágenes se cuenta con los: Título del proyecto, Malla UTM de 5 x 5 km, Descripción del proyecto, Elementos cartográficos, Red hidrográfica, Vías de comunicación, Núcleos de población, Toponimia.

VI. INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES DE CAMBIO

La interpretación visual de imágenes tiene sus ventajas e inconvenientes con respecto al tratamiento digital de las imágenes. Una de las principales ventajas del análisis visual de la información es el poder incorporar criterios de interpretación complejos que no pueden abordarse en un tratamiento digital de la información.

Mientras que utilizando técnicas de tratamiento digital de imágenes el único criterio que se utiliza es la intensidad del nivel digital registrado en los pixeles una aproximación visual a la interpretación de las imágenes permite al interprete evaluar variables como la localización, el contexto espacial, la orientación, la textura, etc. imposibles de evaluar con técnicas digitales.

La evaluación de estos criterios permite discriminar categorías o tipos de cambio con una respuesta espectral idéntica pero fácilmente discriminables gracias al conocimiento del territorio y a los criterios de interpretación arriba expuestos y propios de técnicas como la fotointerpretación.

Así es posible discriminar, por ejemplo, entre la regeneración de la cubierta vegetal producida tras un incendio en los años posteriores y la puesta en cultivo de nuevas extensiones de terreno, que digitalmente presentan una respuesta similar.

6.1. INCENDIOS

Los incendios han estado presentes en mayor o menor medida en toda la zona de estudio. Las elevadas temperaturas veraniegas, la sequía o la intencionalidad son entre otros los principales factores que influyen en su frecuencia y distribución. La mayor parte de los mismos o al menos los de efectos más patentes son los localizados en las zonas del interior sobre pinares de *Pinus halepensis*. Aparecen en las imágenes evidencias de uno o varios incendio anteriores a la imagen de 1987 que se detectan por sus bajos valores en las bandas infrarrojas y que se han regenerado al menos en el estrato arbustivo en la imagen de 1994 volviendo a tener valores en el infrarrojo e índices de vegetación similares a los del entorno (Fotos 1, 2 y 3).

6.2. CULTIVOS

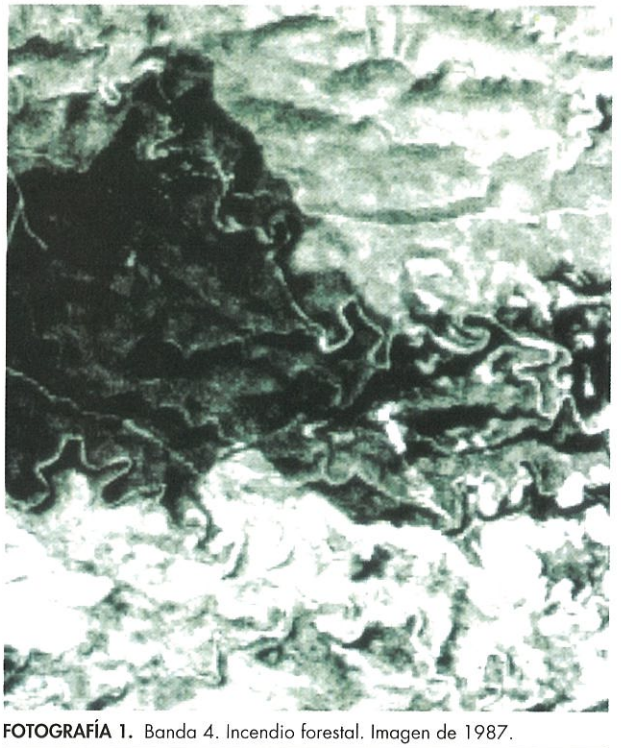
6.2.1. Arrozales

La mayor extensión de arrozal se ubica sobre la superficie ocupada por los limos de la Plana Costera. En nuestra zona de estudio las mejores representaciones se encuentra en la Plana de Sollana y en Cullera. Su régimen de inundabilidad es fundamental para el estudio de la distribución espacio-temporal del mismo. Reflejándose en el estudio su variabilidad mediante el análisis de su respuesta espectral y en los consiguientes cambios en su percepción mediante el uso de imágenes espaciales.

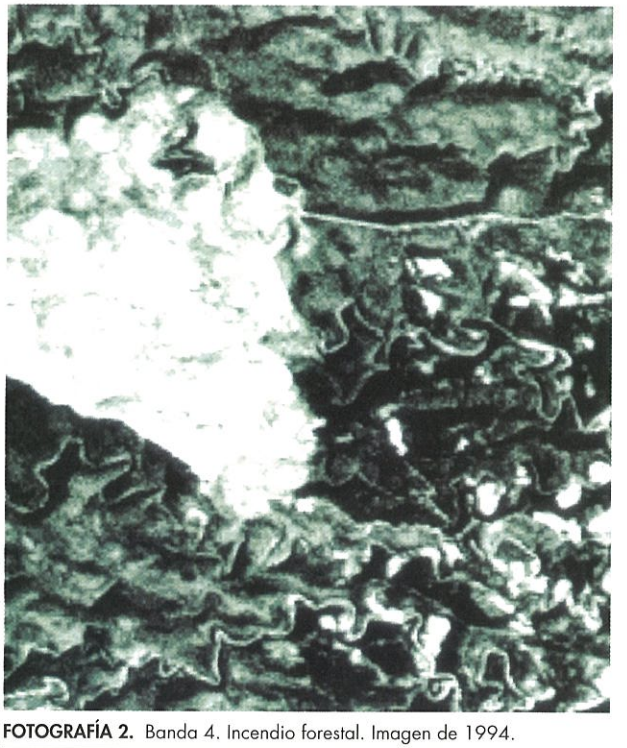
El avance o el retroceso del arrozal es quizás el tipo de cambio en el uso de suelo que más fácilmente se puede percibir. En el año 1987 (Fotografía 4) la extensión del arrozal era ligeramente superior que la registrada en el año 1994 (Fotografía 5). Las causas de esta diferencia en la distribución de este cultivo pueden ser debidas a una mayor disponibilidad de recursos hídricos o a una mayor demanda por parte del mercado. Hecho significativo es el analizado en las inmediaciones de la Acequia de la Acequiaza, los arrozales situados hacia el norte y el sur aparecen inundados en la imagen de 1987, mientras que en 1994 se prescinde de su puesta en cultivo. A las causas señaladas se puede añadir un tercer elemento relacionado con un retraso en el período anual de siembra y puesta en cultivo del terreno (Fotografía 6).

6.2.2. Huertas

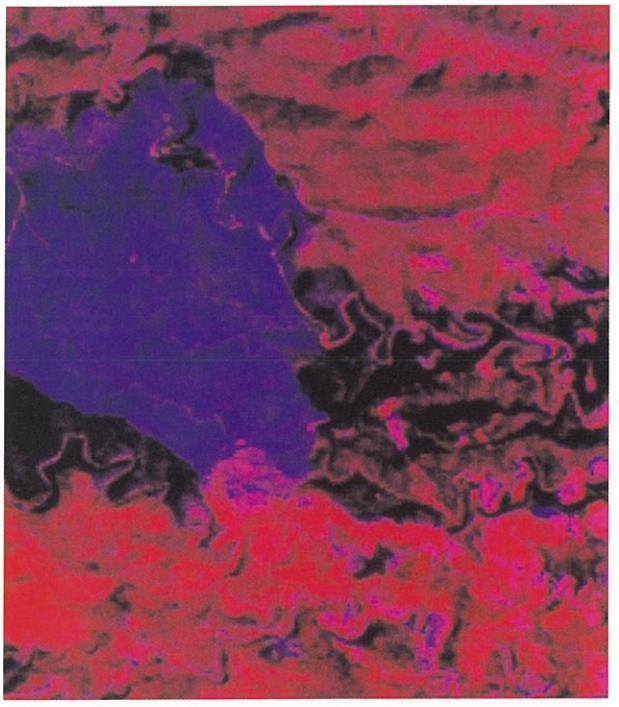
El área de huerta tiene su mejor representación en todo el sector que ocupa la llanura aluvial del Júcar, desde Antella



FOTOGRAFÍA 1. Banda 4. Incendio forestal. Imagen de 1987.



FOTOGRAFÍA 2. Banda 4. Incendio forestal. Imagen de 1994.



FOTOGRAFÍA 3. Composición coloreada banda 4. 1987 (Rojo) 1994 (Azul). Incendio forestal.

a Cullera ganado una destacada importancia entre Antella y Algemesí para mimetizarse de una manera acentuada en la proximidad de la Llanura costera con la aparición de los arrozales.

Los cambios en la distribución y tipología de este tipo de cambio son difíciles de analizar a la escala de trabajo, ya que las variaciones son mínimas y están directamente vinculadas a las querencias del horticultor, y a la orientación que de a la cosecha ese año, bien puede optar por dejar descansar la tierra, por los cultivos de verano y barbechar la tierra en el invierno, o bien (de manera poco usual) orientar la producción hortícola a los cultivos de invierno y barbechar en el período estival.

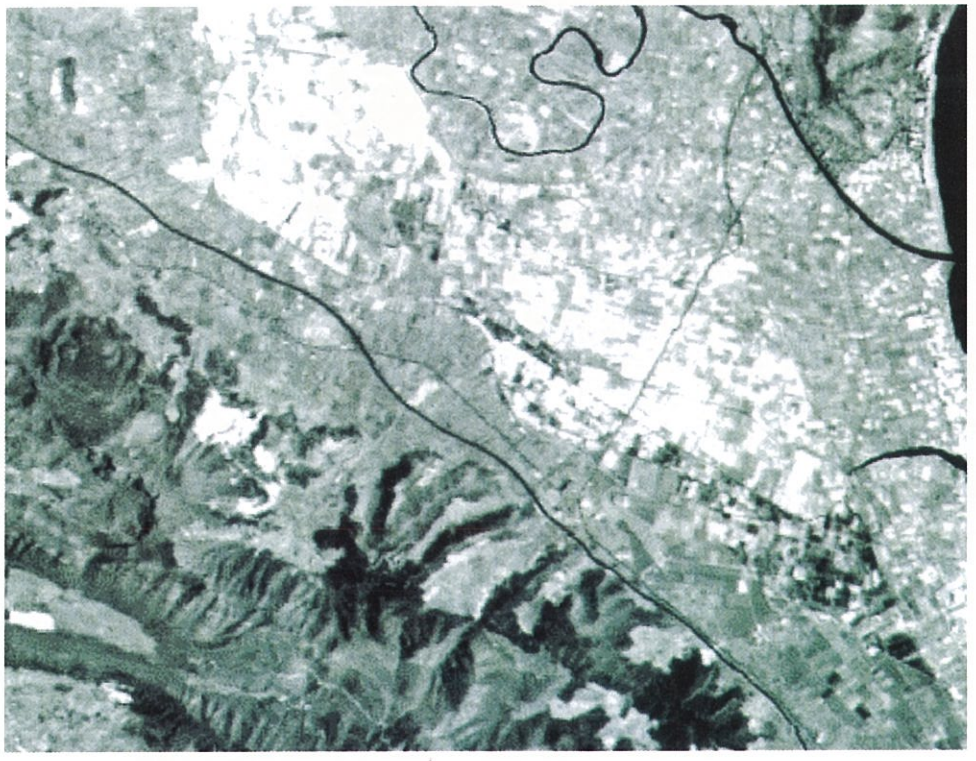
6.2.3. Cultivos frutícolas

Debido a la importancia y variedad que adquieren los cultivos de frutas hemos considerado este tipo de producción como aislada respecto a los cultivos de huerta con los que en muchos casos se hayan estrechamente vinculados.

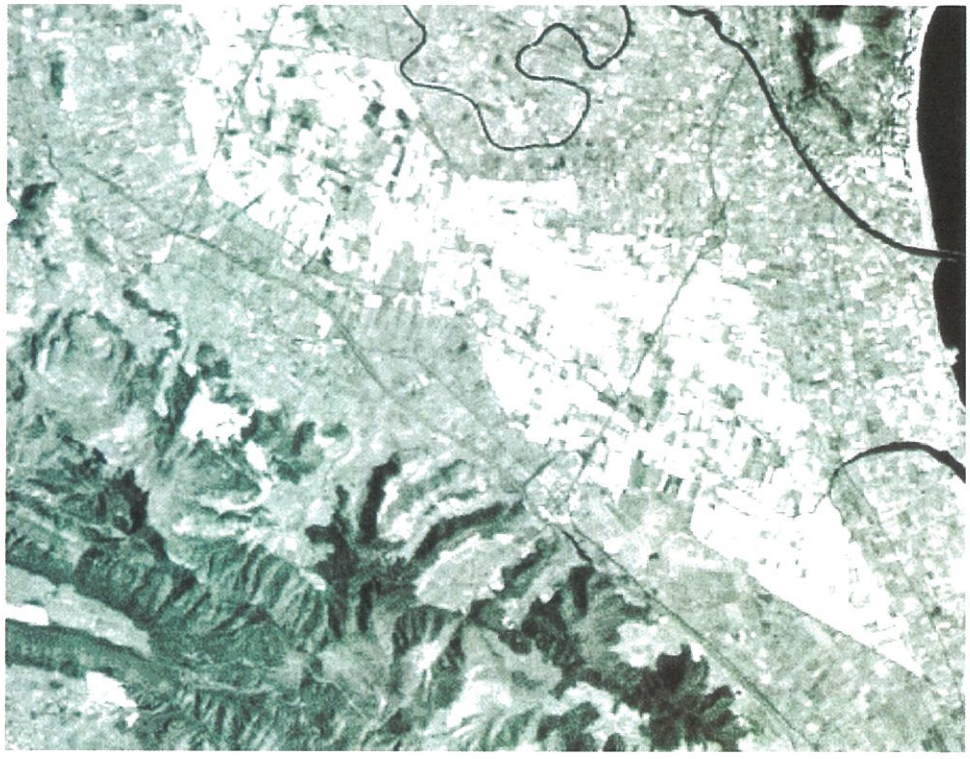
Las amplias extensiones de naranjos, melocotoneros, nísperos, etc., excepcionalmente salpicados con palmerales apenas presentan variaciones en ambas imágenes, ya que representan una forma de gestión diferente a las habituales en los cultivos anuales, no presentan la variabilidad de la siembra propia de los arrozales y ocupan salvo desmontes en su superficie áreas homogéneas. Tan sólo aparecen ejemplos de cambio con la puesta en cultivo de nuevas superficies arboladas, apreciables en bancales y dameros en el fondo de valle en algunas áreas del Valle de Aguas Vivas. En estos sectores ocasionalmente aparecen sectores de extracción de áridos, hoy sin explotación, presentes en las imágenes de cambio.

6.2.4. Infraestructuras hidráulicas. El Embalse de Tous

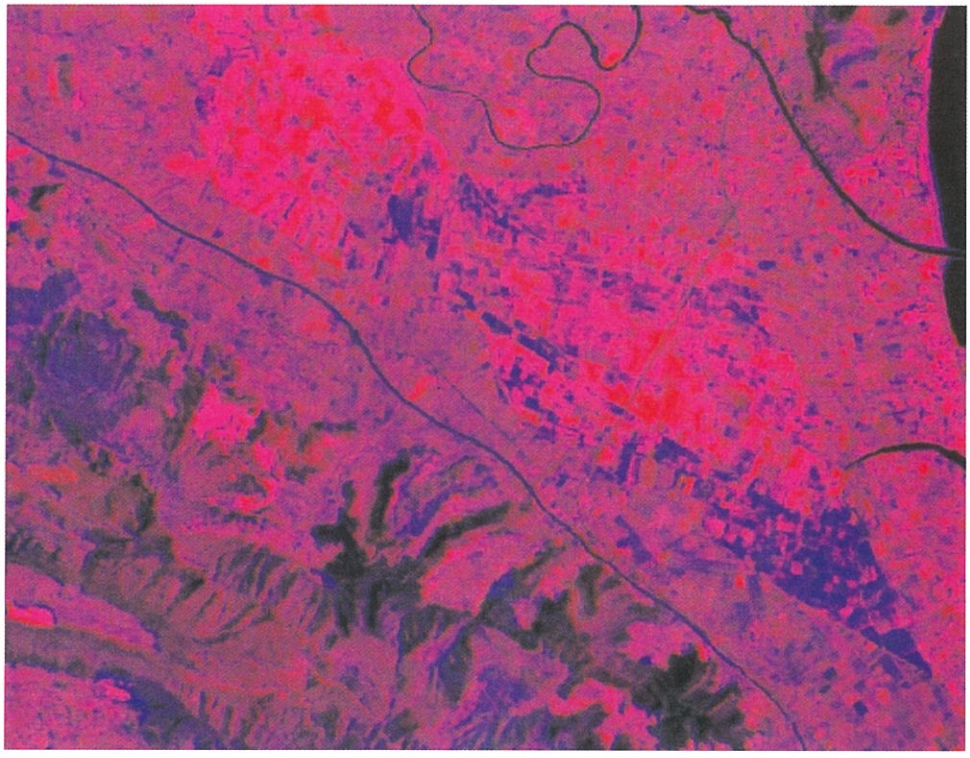
La infraestructura hidráulica que supone la presa de Tous han sido un buen ejemplo para analizar los cambios acaecidos a raíz de una obra pública de gran entidad como la que suponen la reconstrucción y puesta en servicio de la nueva presa de Tous y la de Escalona destinadas básicamente ade-



FOTOGRAFÍA 4. Banda 4 (1987). Arrozales de la Plana de Cullera.

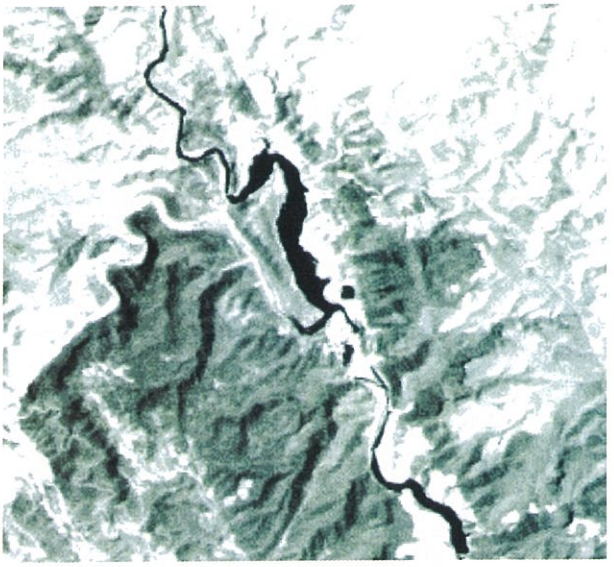


FOTOGRAFÍA 5.
Banda 4 (1994). Arrozales de la Plana de Cullera.

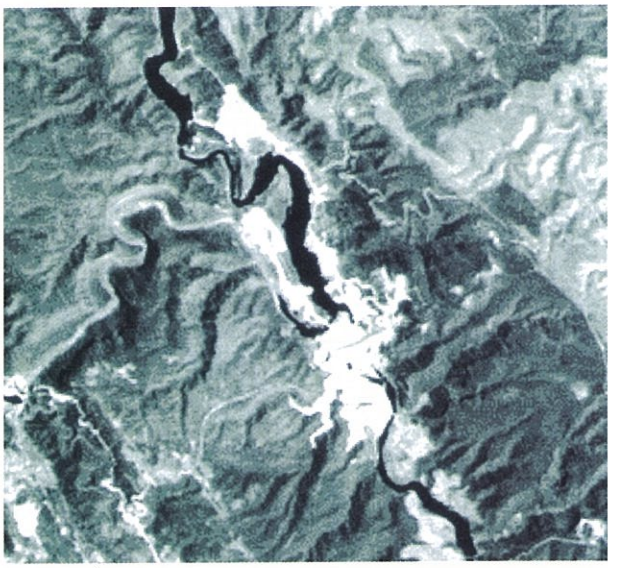


FOTOGRAFÍA 6.
Composición coloreada banda 4. 1987 (Rojo) 1997 (Azul). Arrozales de la Plana de Cullera.

más de a la captación de recursos hídricos a la regulación de avenidas. La imagen de cambio presenta una gran variedad debido al proceso de avance en las obras de la presa destruida a raíz de la avenida de octubre del año 1982. En la imagen de 1987 (Fotografía 7) la presa y sus inmediaciones presenta un estado de construcción menos avanzado que en 1994 (Fotografía 8) donde prácticamente se han acabado las obras del complejo que corresponde a la Presa de Tous y la

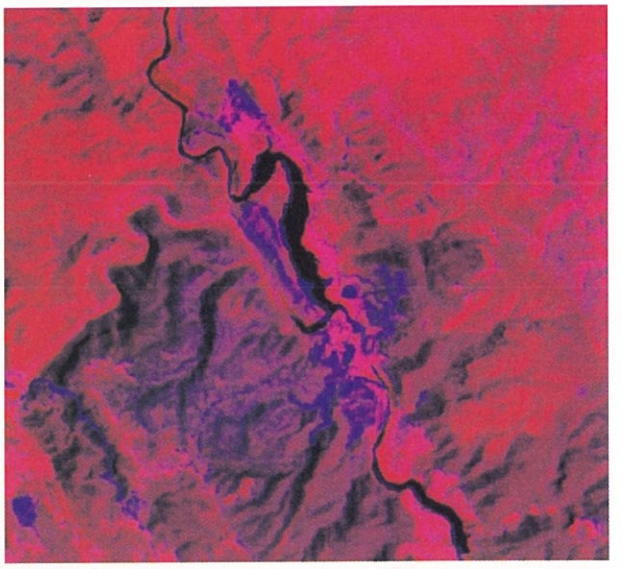


FOTOGRAFÍA 7. Banda 4. (1987). Presa de Tous.



FOTOGRAFÍA 8. Banda 4. (1994). Presa de Tous.

contrapresa de Escalona. El volumen de agua embalsado es una de las características y factores más importantes de cambio, en 1987 la presa embalsaba una cantidad de agua similar a la de la presa existente antes de 1982. En la imagen del 1994 se embalsa un volumen de agua mayor. Además de la superficie de agua correspondiente al agua embalsada se pueden detectar los cambios en la topografía de la zona producidos por la gestión interna del vaso de la presa. Haciéndose patentes en las imágenes, las canteras de extracción de áridos en la cola e inmediaciones del embalse, se crean infraestructuras más complejas de mantenimiento, se producen voladuras, se abre una nueva carretera que cruza la presa en dirección Navarrés, en general se incide sobre la denudación de las vertientes que ganan en inestabilidad. Existen explotaciones de arcillas en las cercanías del antiguo pueblo de Tous que ganaron en tamaño respecto a la explotación general, barranqueras colmatadas debido a la fragmentación del material *in situ*, de idéntica manera el relleno de materiales que supuso en el vaso de la presa la entrada de los caudales, superiores inclusive a los del propio Júcar, de la Rambla de Escalona es un importante vector de cambio que se aprecia en la margen izquierda de la Presa (Fotografía 9).



FOTOGRAFÍA 9. Composición coloreada banda 4. 1987 (Rojo) 1997 (Azul). Presa de Tous.

6.2.5. Los cambios en la morfología del río Júcar

Dentro de los objetivos de nuestro trabajo no se planteó la observación o comparación de las características hidrodinámicas del río Júcar, no obstante la observación de algunos cambios en la morfología fluvial nos llevaron a pensar en algunas de las variaciones que se observaron en el río Júcar aguas abajo de la Presa de Tous, sobre todo a raíz de la rotura de la presa en 1982. Las zonas de acumulación presentes tras la avenida de 1982 aún están presentes en la imagen de 1987, no obstante en 1994 con la regulación del río la morfología vuelve adquirir la fisionomía meandriforme de un río sometido a regulación y que en gran parte ve reducido el aporte de sólidos a su cauce. Probablemente el efecto que produjo la inundación en la salida de los sectores serranos, fue un cauce lineal colmatado en gran parte y con dos sectores: un ápice (Presa de Tous) y una zona en forma de abanico en la parte terminal, ese cauce en las imágenes de 1987 aún está poco incidido, mientras que en 1994 está formando la última acumulación tipo rambla unos metros por encima del cauce normal.

6.2.7. Los cambios en la vegetación

Los únicos cambios observados en el período objeto de estudio son debidos a la fenología o vigor de la vegetación dependiendo si es un período húmedo o seco y también en función de la existencia de una cubierta vegetal más o menos densa. Los palmitares dan una respuesta alta y constituyen una densa cubierta vegetal buena fijadora del suelo con una pobre composición florística, las Quercíneas más discretas en cuanto a cobertura, dan respuestas más bajas, ya que ocu-

pan una menor superficie, no obstante, son más ricas desde el punto de vista florístico.

VII. BIBLIOGRAFÍA

EASTMAN, J. R.; MCKENDRY, J. E. (1991). *Change and time series analysis*. UNITAR. Geneve

FUNG, T.; LE DREW, E. (1987) Application of principal component analysis to change detection. *International Journal of Remote Sensing*, 53,1649-1658.

FUNG, T.; LE DREW, E. (1988) The determination of optimal treshold levels for changa detection using various accuary indices. *International Journal of Remote Sensing*, 54,1449-1454.

JENSEN, J. R. (1990) *Introductory Digital Image Processing. A remote sensing perspective.* Prentice Hall. Enlewood Cliffs.

MALILA, W. A. (1980) Change Vector Analysis: An aproach for detecting forest changes with Landsat. *Machine Processing of Remotely Sensed Data Symposium*, 326-335.

PICCHIOTTI, A.; CASACCHIA, R.; SALVATORI, R. (1997). Multitemporal Analysis of spectral and spatial features of the Venice Lagoon. *International Journal of Remote Sensing*,18, 183-196.

RICHARDSON, A. J.; WIEGAND, C. L. (1977) Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43, 1541-1552

SNODGRASS, R. (1987) The temporal Query Language Tquel. ACM transactions database systems, 12, 247-297.

TOWNSHEND, J. R. G.; GOFF, T. E.; TUCKER, C. J. (1985). Multitemporal dimensionality of images of Normalized Difference Vegetation Index at continental scales. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. GE-23, nº 6, 888-895.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado dentro del Convenio de Colaboración suscrito entre el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (Clave 55-496-1-004).

BETTOR
PRODUCTOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION

El Consejero Luis Eduardo Cortés presidió el acto de la entrega de los premios Bettor MBT en Madrid

Master Builders Technologies

En esta primera edición de los Premios Bettor MBT'99, cuya convocatoria es en Madrid y Barcelona, ha llegado a su fin con las respectivas entregas de premios.

En Madrid, se organizó un acto formal, celebrado el pasado día 26 de mayo a las 13 horas del mediodía, en la E.T.S.I.C.C.P. Esta convocatoria agrupó sectores tan diversos como el académico, la administración pública y el empresarial. El evento, estuvo presidido por el Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid, el Excelentísimo Luis Eduardo Cortés, junto con el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, el Excelentísimo y Magnífico Sr. D. Saturnino de la Plaza, el Director de la Escuela, el Ilustrísimo Sr. D. Edelmiro Rua, el Subdirector y Presidente del Jurado Sr. D. José Luis Juan Aracil, el Director Técnico de Bettor MBT, S.A., Sr. D. Arturo Godes y el Catedrático de "Materiales de Construcción", Sr. D. Manuel Fernández Cánovas y miembro del jurado. También cabe remarcar la presencia de destacados representantes del sector: el Sr. D. Manuel Burón, gerente de PACADAR, el Sr. D. Fernando Rodríguez, Director de programa de CEDEX, el Sr. D. Francisco Morán, profesor de investigaciones del Instituto EDUARDO TORROJA, el Sr. D. Carlos Jofré, Director Técnico de IECA, y un nutrido número de profesores y catedráticos de la Escuela.

Durante la Entrega de Premios, tanto el director de la Escuela Sr. Edelmiro Rúa como el Rector Saturnino de la Plaza agradecieron mutuamente el apoyo y colaboración de Bettor MBT, S.A. para la puesta en marcha del proyecto. Se hizo mención también al esfuerzo de los estudiantes para la realización de sus trabajos, que han resultado de una gran calidad. Por otro lado, el Director Técnico de Bettor MBT, S.A. Arturo Godes, agradeció la colaboración tanto de la UPM, como de la Escuela para la organización de los Premios y enfatizó en la importancia de la formación de los estudiantes para su proyección en el futuro, mediante la investigación y la calidad, siempre tan importante. Por último, hizo referencia a la continuidad de los Premios en próximas convocatorias y hacerlos extensibles a otras asignaturas de la Escuela. A continuación el Sr. José Luis Juan Aracil nombró los ganadores de los Premios.

La mesa presidencial en el acto de la Entrega de los Premios Bettor MBT'99 a los estudiantes de 6º Curso de la ETSCCP de Madrid.

El **primer premio** de 150.000 pesetas y diploma acreditativo, fue para el trabajo "*Sistema de Empuje Oleoinámico*" de Enrique Marijuan, Juan I. Moral, Iñigo Ortega, David A. Peña y Sevando Sierra, entregado por el Consejero Luis Eduardo Cortés. El **segundo premio** de 100.000 pesetas y diploma acreditativo, fue para el trabajo *"Saneamiento y Drenaje en Obra"* de Mª Ángeles Bejarano, Pablo Bernal, Fco. José A. Castro y Fernando Villalba, entregado por el Rector Saturnino de la Plaza. El **tercer premio** de 50.000 pesetas y diploma acreditativo, fue para el trabajo "*Tratamientos para la Contención de Taludes*" de Raúl Talavera, Carlos Uranga, Luis Morales, Oscar Moreno y Jesús Manuel Ruiz, entregado por el Director de la Escuela Edelmiro Rúa. Los **accésits**, consistentes en diplomas acreditativos, fueron para los trabajos "*Rehabilitación de Edificios con Materiales Compuestos*" de Jorge Arias, José Daniel García, Mariano Martín, Javier de la Riva y Víctor Manuel Rodríguez, entregado por el Director Técnico de Bettor MBT, S.A. Arturo Godes. El otro accésit fue para el trabajo "*Rehabilitación de un Puente*" de Arancha Carceller, Eva Boca, Mª Blanca González y Raquel Truyols, entregado por el catedrático Manuel Fernández Cánovas.

El acto fue clausurado por el Consejero Luis Eduardo Cortés, con un discurso que se centró en los jóvenes del futuro. Destacó valores positivos como la curiosidad científica, la experiencia y la sana ambición, importantes para el futuro profesional y acabó con la felicitación a los premiados por su esfuerzo y alta calidad de los trabajos. El acto finalizó con un Vino de Clausura, donde los asistentes intercambiaron opiniones de un modo más distendido y cordial.