

DISCRIMINACIÓN DE LÁMINAS DE AGUA CON IMÁGENES TERRASAR X EN LA ALBUFERA DE VALENCIA

M. A. García y P. Miguelanz.

TRAGSATEC. Julián Camarillo 6B, Pl. Baja, sector D. 28037 Madrid. magf@tragsa.es

RESUMEN

Este artículo muestra la metodología y conclusiones de un proyecto interno de innovación tecnológica cuyo objetivo ha sido comprobar las posibilidades y aplicaciones de las imágenes TerraSAR X para clasificar diferentes láminas de agua, utilizando a su vez imágenes SPOT y datos de campo en el área de "L'Albufera". Los datos de entrada utilizados fueron imágenes SPOT 4 XI y TerraSAR X adquiridas en los meses de noviembre 2007 y marzo 2008.

El proceso de clasificación de las distintas láminas de agua se realizó con imágenes SPOT y datos de campo de referencia. En paralelo, se realizó la misma clasificación con las imágenes TerraSAR X utilizando también los datos de campo. La validación de los resultados SAR se realizó con la clasificación óptica.

Se comprobó que la retrodispersión en las imágenes TerraSAR X tiene un efecto importante debido a la vegetación existente sobre la lámina de agua. Por tanto, la precisión de discriminación disminuye según aumenta la densidad de la vegetación sobre ella. Esto es debido a los retornos de la vegetación y a la poca capacidad de penetración de la banda X.

ABSTRACT

This article shows the methodology and conclusions of an internal project of technological innovation which objective is to verify the capabilities and applications of the TerraSAR X images to classify different water layers, using SPOT images and data from a field campaign in the area of "L'Albufera".

The input data used were SPOT 4 XI and TerraSAR X images acquired in the months of November 2007 and March 2008.

The process of different water layer classification was also made with SPOT images and data achieved from a field campaign used as a reference. In parallel, it was carried out a classification process with TerraSAR X images and field data, as well. The validation of the SAR classification was performed with the optical one.

It was verified that backscattering on TerraSAR X images has an important effect because of growing vegetation on water layers. Therefore, the discrimination accuracy decreases as the vegetation density gets higher. This issue is because of the returns of the vegetation and the weak penetration power of X band.

Palabras clave: SAR, inundación, TerraSAR X, SPOT XI, albufera.

INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un análisis de las capacidades de las imágenes TerraSAR X para la discriminación de la lámina de agua, utilizando como zona piloto el Parque Natural de la Albufera de Valencia. El objetivo es establecer una metodología para la discriminación de las diferentes láminas de agua empleando procesos automáticos de clasificación (Massonnet, 2008). Para la corroboración de los resultados se ha realizado un proceso paralelo de análisis de la lámina de agua con imágenes ópticas SPOT, lo cual nos permite establecer hasta qué punto pueden ser utilizadas las imágenes SAR en banda X para este propósito cuando no están disponibles imágenes ópticas o éstas se encuentran limitadas por la cobertura nubosa.

DATOS DE PARTIDA

La elección de dos fechas una en noviembre de 2007 y otra en marzo de 2008 se ha realizado atendiendo a los períodos de alta y baja inundación de esta zona colindante a la Albufera de Valencia. Por ello se han adquirido dos imágenes TerraSAR X y otras dos SPOT 4 XI además de realizarse dos visitas a campo en el mismo período en el que se han adquirido las 4 imágenes (Tabla 1). De esta manera se busca disponer de datos cotejables entre ellos y evitar las posibles variaciones en la situación hidrológica y fitológica del área estudiada y por tanto que los resultados obtenidos en ambas metodologías sean comparables siendo sólo necesario realizar dos campañas de campo para cubrir las cuatro fechas de imágenes.

Las dos imágenes TerraSAR X (Figuras 1 y 2) fueron adquiridas en el modo Strip Map (Eineder, 2008) con una resolución espacial de 3 metros y con doble polarización, la primera del 30 de noviembre de 2007 con polarización HH-VV y la segunda del 21 de marzo de 2008 con polarización HH-HV.

Tabla 1.- Características y funciones aplicadas a los diferentes datos disponibles.

Descripción de datos	
	TerraSAR X
fecha 1	30/11/2007
Fecha 2	21/03/2008
Producto	Strip Map
Resolución espacial (m)	3
Parámetros	Polarización HH-VV y HH-HV
Función	Discriminación de láminas de agua
	Spot 4 XI
fecha 1	26/11/2007
Fecha 2	19/03/2008
Producto	XI
Resolución espacial (m)	20
Parámetros	IA y NDVI
Función	Discriminación de láminas de agua y referencia para el proceso de validación
	Datos de campo
fecha 1	05/11/2007
Fecha 2	17/03/2008
Producto	Campaña de campo
Resolución espacial (m)	Parcelas
Parámetros	Estado de la vegetación y nivel de agua
Función	Datos de referencia para el proceso de clasificación



Figura 1.- Imagen TerraSAR X de la Albufera de Valencia. 30 de Noviembre de 2007, HH-VV.

Respecto a las dos imágenes SPOT 4 XI (Figuras 3 y 4) con una resolución espacial de 20 metros, fueron adquiridas el 26 de noviembre de 2007 y el 21 de marzo de 2008 buscando la similitud de fechas con las imágenes TerraSAR X tal como se

ha indicado con anterioridad, para que fuesen perfectamente comparables entre sí.



Figura 2.- Imagen TerraSAR X de la Albufera de Valencia. 21 de Marzo de 2008, HH-HV.



Figura 3.- Imagen SPOT 4 XI de la Albufera de Valencia. 26 de Noviembre de 2007, IRC, IRM y R.



Figura 4.- Imagen SPOT 4 XI de la Albufera de Valencia. 21 de Marzo de 2008, IRC, IRM y R.

Para poder realizar los ajustes necesarios para la discriminación de las láminas de agua las dos visitas de campo tuvieron lugar en fechas similares a las de adquisición de las imágenes, los días 5 de noviembre de 2007 y el 17 de marzo de 2008 (Fig. 5).

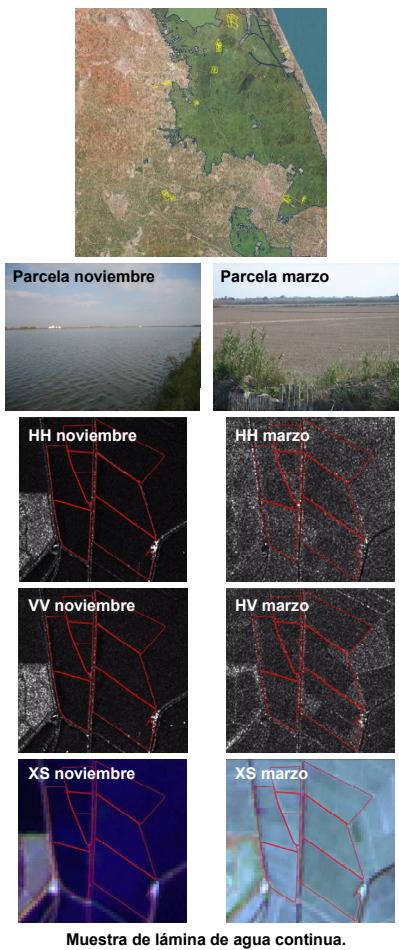


Figura 5.-Visitas realizadas y ejemplo de muestras tomadas durante las dos visitas de campo que han tenido lugar los días 5/11/2007 y 17/03/2008.

METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN

La disponibilidad de dos imágenes de fecha similar en SAR (TerraSAR X Strip Map) y óptica (SPOT 4 XI) nos permite realizar un análisis en paralelo para comprobar la fiabilidad de los resultados obtenidos mediante las imágenes SAR. Tras realizar la corrección geométrica y radiométrica de las imágenes ópticas y SAR, se procede a realizar la clasificación (Figura 6).

Imágenes TerraSAR X: Se realiza un análisis de los datos en niveles digitales, que aportan las polarizaciones disponibles HH, VV y HV para

ver cuál de ellas permite una mejor discriminación de la lámina de agua. Mediante este análisis se determina que la polarización HH es la que permite una mejor discriminación de la lámina de agua al estar menos afectada por la respuesta de la vegetación existente. De esta manera se procede a realizar una clasificación de las diferentes láminas de agua utilizando como fuente principal de datos la polarización HH (Hajnsek, 2001) y utilizando como referencia para el ajuste de los umbrales de análisis los datos obtenidos en las visitas de campo.

En paralelo se lleva a cabo una clasificación de la lámina de agua mediante la utilización del Índice de Vegetación (NDVI) y el Índice de Agua (IA) de las imágenes SPOT, utilizando también como referencia los datos obtenidos en las visitas de campo.

$$NDVI = \frac{B_r - B_{nir}}{B_r + B_{nir}} \quad IA = \frac{B_g - B_{swir}}{B_g + B_{swir}}$$

En ambas clasificaciones se intentan segregar cuatro categorías de inundación: Seco, Húmedo, Lámina de agua discontinua y Lámina de agua continua.

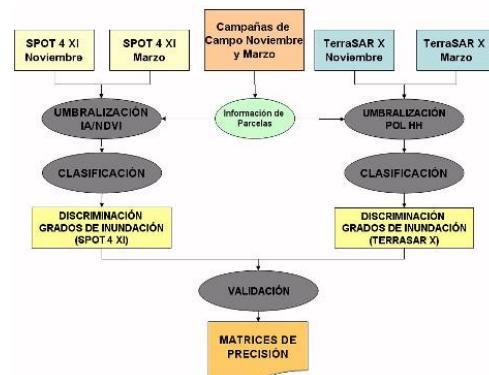


Figura 6.-Flujograma de trabajo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidas ambas clasificaciones (Figura 7) se procede a realizar la validación mediante el cruce espacial con los resultados de las imágenes ópticas. Dado que la metodología aplicada en el análisis de las imágenes ópticas está fuertemente contrastada se considera que éstos son de muy alta fiabilidad. Una vez hecho el análisis de los resultados y para realizar una mejor interpretación de los mismos, en las imágenes TerraSAR X fue necesario desglosar las clases de

Húmedo, Lámina de agua discontinua y Lámina de agua continua en tres niveles en función de la presencia de vegetación. Al realizar la segregación de las diferentes clases en función de la vegetación sobre la lámina de agua, se comprueba cómo los resultados obtenidos están fuertemente influidos por la señal reflejada de la vegetación. Así, puede observarse en las matrices de validación (tabla 2) como la precisión para la lámina de agua continua supera el 92%, mientras que en el resto de clases la precisión disminuye por la presencia de la vegetación sobre la lámina de agua (Ulaby. 1990).

Tabla 2- Matrices de validación de los resultados.

Matriz de contingencia	TerraSAR X	Lámina continua	Lámina discontinua	Húmedo	Seco	Total general
SPOT (IA-NDVI)	Seco	146,28	255,36	1.234,80	1.957,48	3.593,92
	Húmedo	61,60	16,76	9,04	1,60	89,00
		138,96	137,96	229,20	178,04	684,16
	Muy vegetado	164,36	276,52	570,32	438,52	1.449,72
	sin vegetac.	58,12	18,20	8,48	0,68	85,48
	Vegetado	82,36	91,84	91,36	33,84	299,40
		64,76	118,92	173,40	53,16	410,24
	Lámina continua	6.819,12	266,20	79,36	11,76	7.176,44
		972,32	625,32	288,40	56,84	1.942,88
	Muy vegetado	265,12	356,84	188,20	39,40	849,56
Total general		8.773,00	2.163,92	2.872,56	2.771,32	16.580,80

PI	TerraSAR X	Lámina continua	Lámina discontinua	Húmedo	Seco
SPOT (IA-NDVI)	Seco	1,67	11,80	42,99	70,63
	Húmedo	0,70	0,77	0,31	0,06
		1,58	6,38	7,98	6,42
	Muy vegetado	1,87	12,78	19,85	15,82
	sin vegetac.	0,66	0,84	0,30	0,02
	Vegetado	0,94	4,24	3,18	1,22
		0,74	5,50	6,04	1,92
	Lámina discontinua	77,73	12,30	2,76	0,42
		11,08	28,90	10,04	2,05
	Lámina continua	3,02	16,49	6,55	1,42
Total general		100,00	100,00	100,00	100,00

PC	TerraSAR X	Lámina continua	Lámina discontinua	Húmedo	Seco	Total general
SPOT (IA-NDVI)	Seco	4,07	7,11	34,36	54,47	100,00
	Húmedo	69,21	18,83	10,16	1,80	100,00
		20,31	20,16	33,50	26,02	100,00
	Muy vegetado	11,34	19,07	39,34	30,25	100,00
	sin vegetac.	67,99	21,29	9,92	0,80	100,00
	Vegetado	27,51	30,67	30,51	11,30	100,00
		15,79	28,99	42,27	12,96	100,00
	Lámina discontinua	95,02	3,71	1,11	0,16	100,00
		50,05	32,19	14,84	2,93	100,00
	Lámina continua	31,21	42,00	22,15	4,64	100,00

CONCLUSIONES

La metodología aplicada en este estudio con imágenes TerraSAR X (HH) para la clasificación de las diferentes láminas de agua no mejora los resultados obtenidos en la clasificación con imágenes SPOT 4 XI (IA-NDVI). Además la banda X es menos apropiada para los objetivos buscados que otras bandas SAR, ya que tiene muy

poca capacidad de penetración en las áreas con vegetación. La principal ventaja para este estudio de las imágenes TerraSAR X frente a las SPOT 4 XI es su alta resolución espacial, su capacidad de adquisición de imagen independientemente de la cobertura nubosa existente y de las condiciones de iluminación. La precisión de la clasificación con imágenes TerraSAR X decrece según aumenta la rugosidad del terreno.

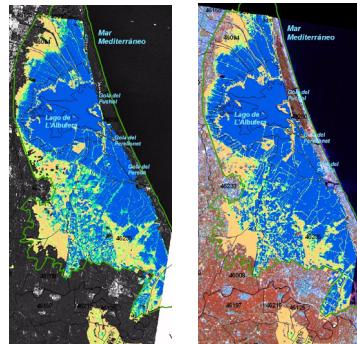


Figura 7.- Resultados del análisis de las imágenes, izq. TerraSAR, dch. SPOT.

BIBLIOGRAFÍA

- Educational Resources for SAR Remote.Sensing.* http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarc/downdl_e.php.
- Eineder M. Börner E. Infoterra 2008. TerraSAR X, Ground Segment. *Basic Product Specification Doc.*
- Gandía S. Meliá J. 1995. *La Teledetección en el seguimiento de los fenómenos nat. Microondas.*
- Hajnsek, I. 2001. *Inversion of Surface Parameters Using Polarimetric SAR.* Universität Jena
- Massonnet, D. 2008. Imaging with Synthetic Aperture SAR. *CRC Press.*
- PCI Geomatics. 2005. *Polarimetry Overview for the SAR Polarimetry Workstation.*
- PolinSAR 2009. *The 4th Internation Workshop on Science and Applications of SAR Polarimetry and Polarimetric Interferometry.* 26-30 January 2009. ESA-ESRIN.
- Oliver C. 1990. Understanding Synthetic Aperture Radar Images. *Artech House.*
- Ulaby F. 1990. Radar Polarimetry for Geoscience applications. *Artech House.*
- Tutorial de la NASA:* http://rst.gsfc.nasa.gov/sect8/sect8_1.html.
- Tutorial del CCRS:* http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/learn/tutorials/polarim/ref_e.html.