



Servicio
Meteorológico
Nacional
Argentina

Técnica NDXI: Creación de un mapa temático de clasificación. Caso: Delta de Paraná y cercanías - Argentina

Diana Marina Rodriguez

Temática

1. Introducción
2. Espectro electromagnético
3. Creación de índices sintéticos
4. Caso de estudio: Delta del Paraná y Cercanías.
 - Resultados
 - Conclusiones

Inundaciones y sequias, generan perjuicios socio- económicos

Estrategias de prevención , alerta y mitigación de daños

1. Introducción



Fuente: <https://www.radiofueguina.com/2014/07/13/alarma-en-santa-fe-por-la-crecida-del-parana/>



Fuente: <https://ruralnet.com.ar/2020/08/09/rio-parana-la-sequia-que-afecta/>



Sensores remotos
Monitoreo de área inundadas y evaluación de daños producidos y/o de áreas donde el recurso agua es escaso



Aplicaciones
Índices espectrales o índices sintéticos que facilitan la identificación de las diferentes coberturas de la superficie.

2. Espectro electromagnético



Se desarrollaron varios índices sintéticos a partir de la respuesta espectral en las siguientes porciones del espectro:

- **VIS** (visible)
Rango: 0.38 μm a 0.70 μm
- **NIR** (infrarrojo cercano)
Rango: 0.8 μm a 2.5 μm
- **SWIR** (infrarrojo de onda corta)
Rango: 1.0 μm a 2.5 μm

FIG. 1: Reflectividad de algunas superficies con respecto a la longitud de onda.

3. Creación de índices sintéticos

Banda (MODIS)	$\Delta\lambda(\mu\text{m})$	Siglas
1	0.620-0.670	VIS
2	0.841-0.876	NIR
6	1.628-1.652	SWIR

Tabla 1: Longitudes de onda y bandas utilizadas (MODIS)

Índice sintético	Fórmula	Bandas (MODIS)
NDSI	$(\text{SWIR}-\text{NIR})/(\text{SWIR}+\text{NIR})$	(6-2/6+2)
NDVI	$(\text{NIR}-\text{VIS})/(\text{NIR}+\text{VIS})$	(2-1/2+1)
NDWI	$(\text{VIS}-\text{SWIR})/(\text{VIS}+\text{SWIR})$	(1-6/1+6)

Tabla 2: Formulas de índices sintéticos

Que es el NDXI?

Es una técnica que permite el uso el uso combinado y simultáneo de tres índices sintéticos en una composición RGB (NDSI, NDVI, NDWI). Cada uno de estos índices identifica una clase generalizada de tres coberturas: Suelos desnudos, suelos con vegetación y cuerpos de agua. (Takeuchi and Yasuoka, 2004; Yamazaki and Matsuoka, 2004; Rogers, 2004).

R:NDSI (Normalized Diference Soil Index), Takeuchi and Yasuoka (2004)

G:NDVI (Normalized Diference Vegetation Index), Tucker (1979)

B:NDWI (Normalized Diference Water Index), McFeeters (1996)

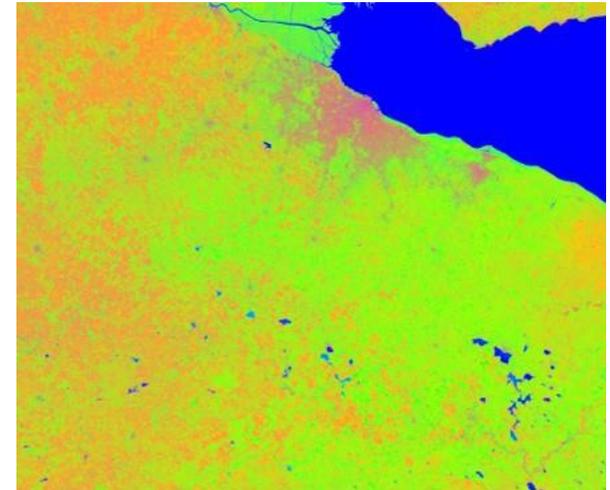
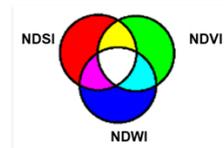


Fig.2: Técnica NDXI del 30 de abril de 2008
14:00 UTC (TERRA/MODIS)

<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>

4. Caso de estudio: Delta del Paraná y Cercanías.

Objetivo: *Obtener un mapa temático para un área en el Delta del río Paraná a partir de una composición en falso color de los índices utilizados en la técnica NDXI.*

Metodología

- Evaluación de las superficies de cada cobertura (agua, vegetación y suelos desnudos)
- Exploración de valores límites para cada clases a través de transectas.



Área de estudio:

Comprende una zona sobre el Delta del río Paraná y su entorno.

El río Paraná es el segundo río más largo de América del Sur y origen proviene de la deposición de sedimentos de la Cuenca del Plata.

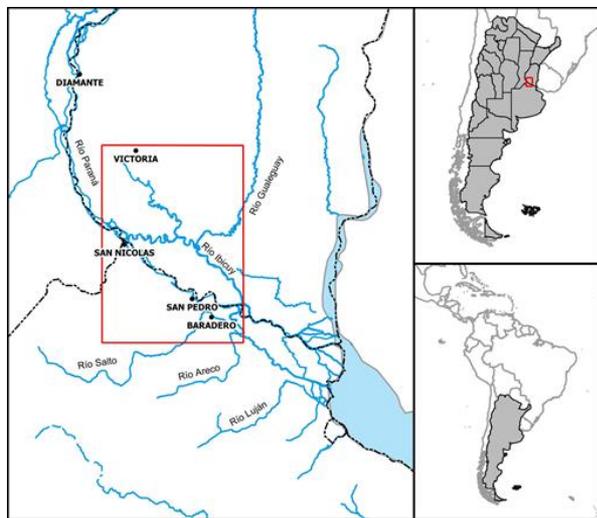


Fig. 3: Ubicación geográfica



Mapa de coberturas del suelo del área de estudio.
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - Marzo 2013

Fig.4: Mapa de coberturas del área de estudio

Situación sinóptica

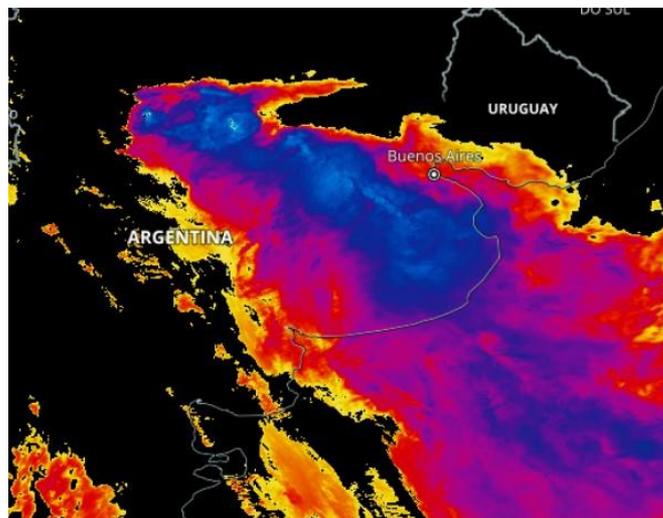


Fig. 5: 12-Enero-2010, 03:10 UTC, TERRA/MODIS, Temperatura de Topes de Nubes
Fuente: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

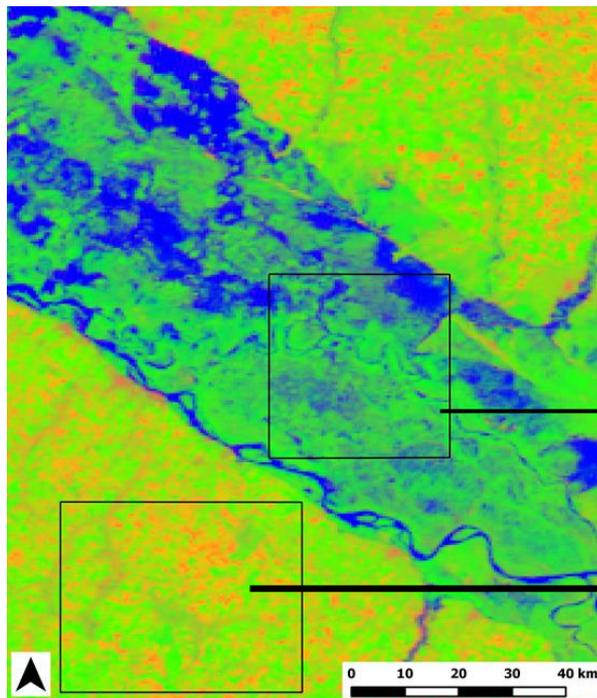
DIA	TEMPERATURA DEL AIRE						TEMPERATURA DEL SUELO			HUMEDAD RELATIVA			LLUVIA (mm)
	Con abrigo meteorológico			Sin abrigo meteorológico			Profundidad						
	Máx.	Med.	Mín.	Mín. 0.05m	Mín. 0.50m	Mín. 1.50m	0.05m	0.10m	0.20m	Máx.	Med.	Mín.	
1	26,6	22,0	18,8	17,5	18,4	18,8	24,5	24,2	24,1	90	76	59	
2	29,8	24,1	16,9	12,8	14,4	15,7	27,0	26,0	25,0	90	71	45	
3	30,0	25,3	21,4	16,0	17,7	19,4	25,8	25,6	25,1	91	72	43	
4	29,2	24,8	18,9	18,2	18,4	18,6	26,2	25,9	25,1	96	82	62	52,5
5	32,0	26,2	20,7	17,6	18,4	19,6	28,6	27,6	26,2	97	81	66	52,2
6	24,5	21,2	15,9	17,2	18,0	18,4	25,2	26,0	25,9	94	67	39	
7	24,4	20,0	14,9	11,3	11,5	12,6	25,3	25,0	24,9	96	67	49	
8	27,6	22,6	16,5	10,4	12,2	14,4	26,5	25,4	24,8	93	72	50	
9	31,1	25,8	18,4	14,1	15,9	17,0	28,1	26,8	25,7	99	78	56	
10	28,6	25,0	22,1	19,3	20,4	21,1	27,8	27,0	26,2	99	86	62	0,2
11	31,0	26,9	22,6	19,4	20,9	22,1	28,5	27,4	26,5	97	76	57	
12	23,7	19,1	14,8	14,1	15,4	16,1	24,0	24,9	25,2	99	66	44	35,0
13	27,6	21,0	12,2	8,1	9,4	10,8	24,5	24,3	25,4	91	70	46	
14	31,2	23,9	14,8	10,9	11,4	13,2	25,9	25,2	24,7	96	72	39	
15	30,2	24,9	20,0	16,0	17,4	18,8	26,7	26,2	25,4	99	72	41	

Tabla 3: Datos de la estación Meteorológica, San Pedro.
Fuente: INTA



Fig. 6: 14-Enero-2010, 14:00 UTC, TERRA/MODIS, True COLOR . Resolución 500 metros
Fuente: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Resultados



Creación de imagen: Delta del Paraná
y cercanías, Técnica NDXI

Sub-área Delta

Sub-área Llanura

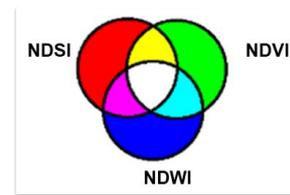


Fig. 7: Imagen correspondiente al 14 de enero de 2010, 14:00 UTC, MODIS/TERRA, Técnica NDXI (R,G,B - NDSI, NDVI, NDWI). Resolución 500 metros

Fuente de datos: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>

Resultados: Histogramas

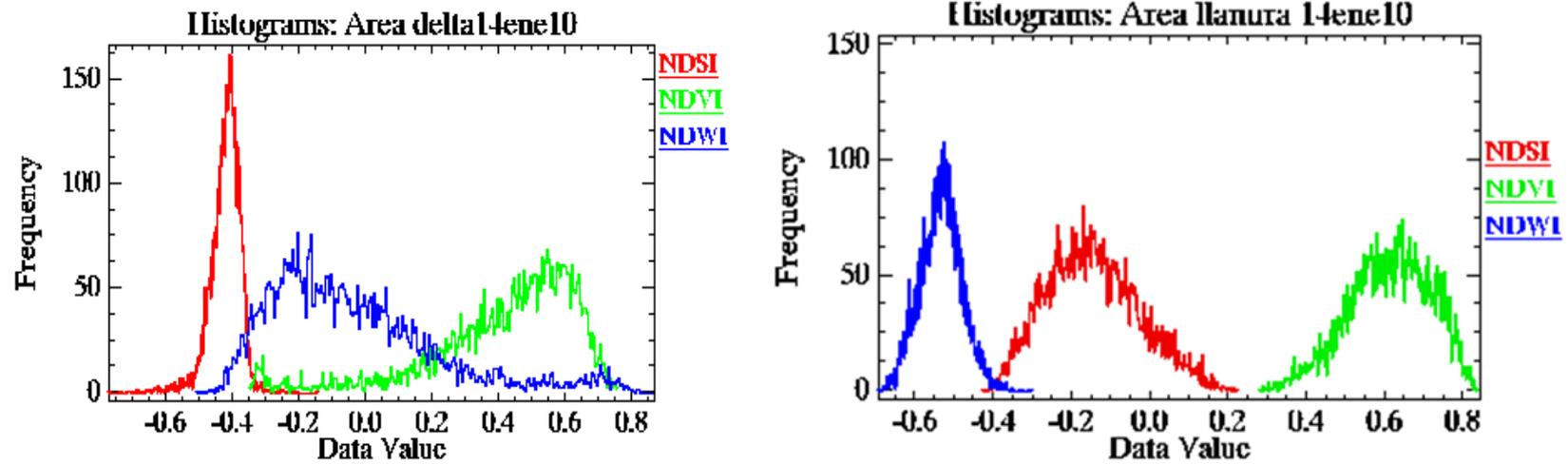


Fig. 8 :Histogramas para las dos sub-áreas de la Fig. 7

Resultados: Transectas

Sub-área Delta

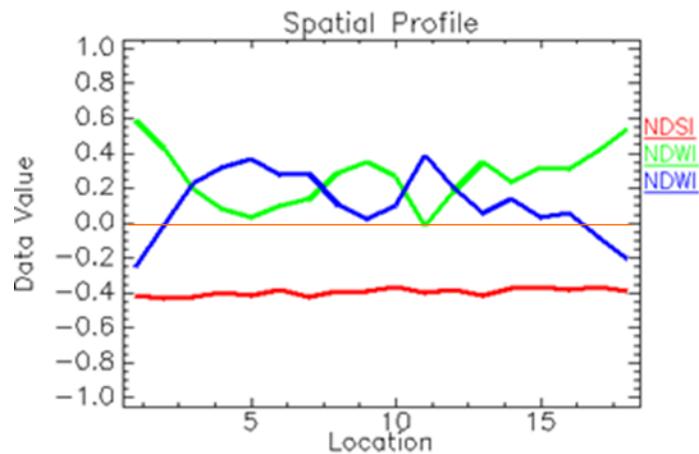
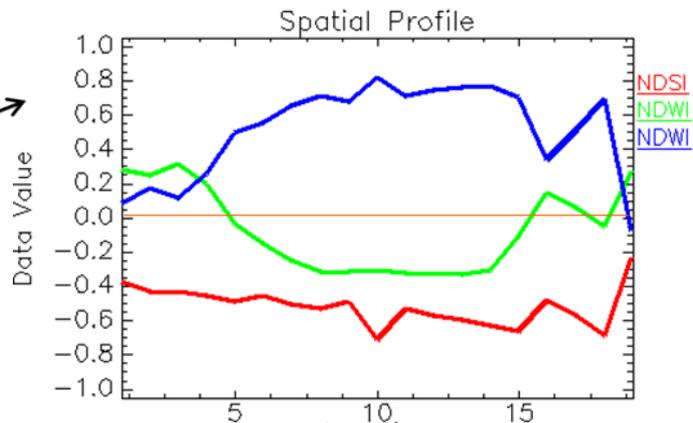
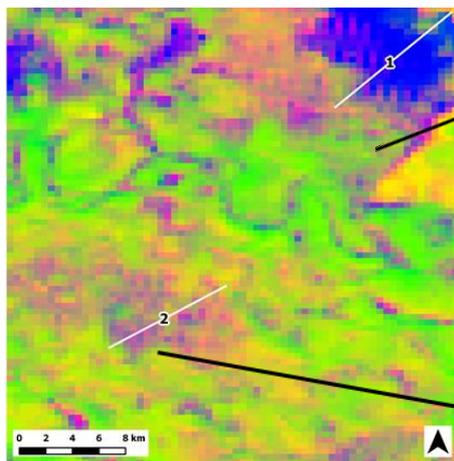


Fig. 9: Transectas seleccionada para el análisis de Sub-área Delta.

Resultados: Transectas

Sub-área Llanura

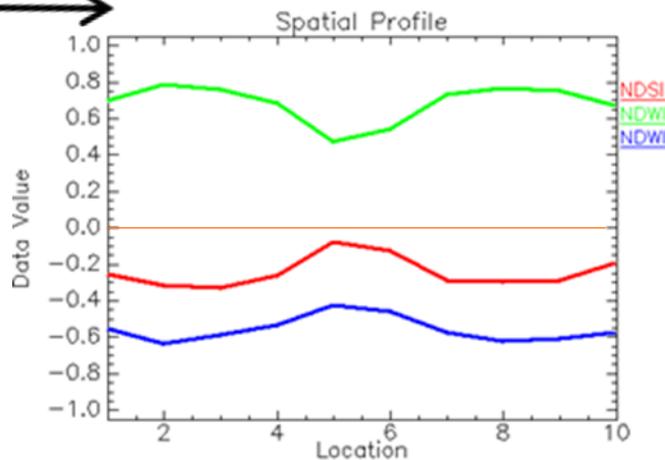
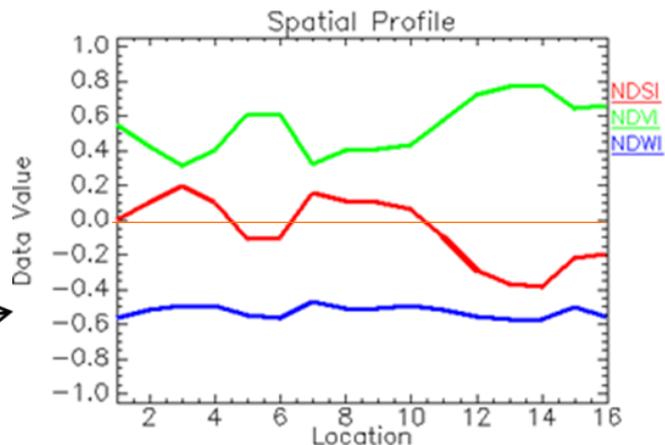
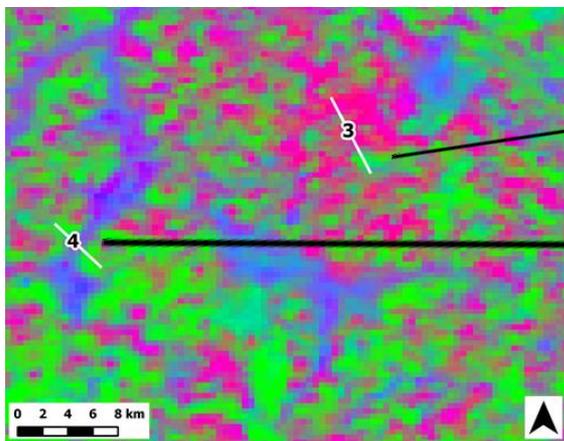
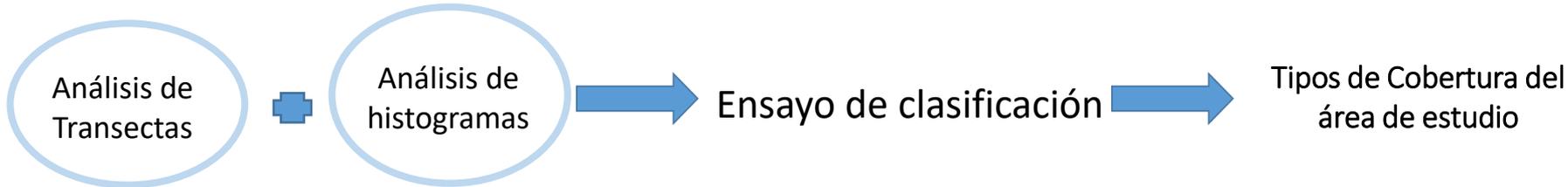
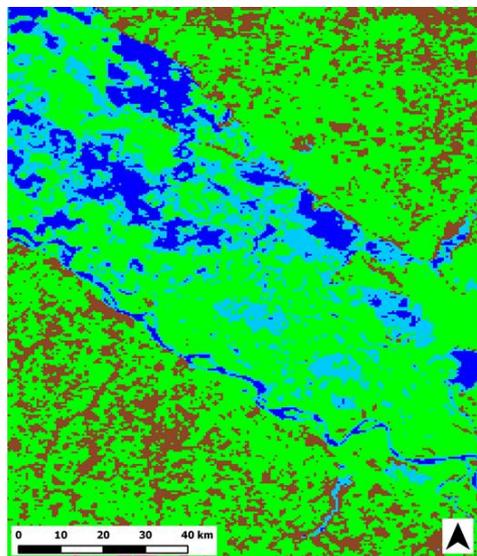


Fig. 10: Transectas seleccionada para el análisis de índices en el Sub-área Llanura.



Resultados: Mapa de Clasificación de coberturas



Clase	Condicional
ESPEJO DE AGUA	$NDWI \geq 0$ y $NDVI < 0$ y $NDSI < 0$
AGUA CON VEGETACION EMERGENTE	$NDWI \geq 0$ y $NDVI (\geq 0 \text{ AND } \leq 0.55)$ y $NDSI < 0$
SUELO DESNUDO O C/ ESCASA VEGETACION	$NDWI < 0$ y $NDVI (\geq 0 \text{ y } \leq 0.57)$ y $(NDSI \geq -0.30)$
VEGETACION	$NDWI < 0$ y $NDVI \geq 0.3$ y $NDSI < 0$

Tabla 3: Clases y limites de la clasificación

- CUERPO DE AGUA
- AGUA CON VEGETACION
- SUELO CON ESCASA VEGETACION O DESNUDO
- SUELO CON VEGETACION

Fig. 11: Mapa temático obtenido con técnica de segmentación.

Resultados y Conclusiones:

- A partir de la utilización conjunta de los tres índices (NDVI NDWI y NDSI se obtuvo una imagen clasificada de cuatro clases de cobertura: agua, agua con vegetación emergente, vegetación y suelo con escasa o ninguna vegetación.
- Este tipo de clasificación es útil para obtener mapas de áreas afectadas por inundaciones y/o sequías, así como evaluaciones de áreas cultivadas en forma cuantificada mediante un procesamiento semi-automatizado.
- Es un método robusto para hacer clasificaciones en áreas extensas, ya que permite clasificar muchas escenas para distintas condiciones de superficie y para diferentes escenarios.
- Para realizar un ajuste de la clasificación y mejorar la precisión del mapa temático, de acuerdo al área de aplicación, sería importante contar con información del terreno que pueden provenir de diferentes fuentes.

Sensor MODIS		
Banda	Ancho (µm)	Siglas
1	0.620-0.670	VIS
2	0.841-0.876	NIR
6	1.628-1.652	SWIR
Sensor VIIRS		
Banda	Ancho (µm)	Siglas
I1	0.60 - 0.680	VIS
I2	0.846- 0.885	NIR
I3	1.580- 1.640	SWIR

Tabla 4: Comparación de bandas reflectivas (MODIS VS VIIRS)

Gao B. (1996). NDWI - A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. *Remote Sens. Environ.* 58, 257-266.

Gu Y., Brown J. F., Verdin J. P. and Brian Wardlow B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*, Vol. 34, L06407,

Ken'ichi K., Yamazaki F. and Matsuoka M. (2006). Tsunami damage detection using moderate resolution satellite imagery. II Asia Conference on Earthquake Engineering. Theme: Seismic Hazards and Damage Mitigation in the Asian Region, 1-11.

McFeeters S. K. (1996). The use of the normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sensing*, 17, 1425-1432.

Takeuchi, W. and Yasuoka, Y. (2004). Development of normalized vegetation, soil and water indices derived from satellite remote sensing data. 25th ACRS 2004, Chiang Mai, Thailand, 859-864.

Rodríguez D. M., Velasco I. y Marino M. (2009). Clasificación de coberturas de suelo mediante el uso de índices e imágenes satelitales de distintos sensores. Anales del CONGREGMET X - CLIMET XIII, CD, Bs. As. Argentina.

Rodríguez D. M., Bolzi S. C. Velasco I., Burés A. y Marino M. (2010). Evaluación de zonas inundadas en la pampa húmeda con datos del sensor MODIS/TERRA. Anales XIX Reunión Nacional del capítulo SELPER-México.

Rogers, A. S. (2004). The Influence of Landscape Position on Coastal Marsh Loss. Thesis Department of Geography. University of Maryland, United States. 239 págs.

Sepulcri, M.G., Pizarro, M.J., Flamenco, E., Herrera, M., Borus, J. y Giordano, L. (2012). Cartografía de susceptibilidad hídrica en el delta del río Paraná. Publicado online. <http://ria.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2012/03/Bs-10078-Sepulcri-castellano3.pdf>

Tucker, C. J. (1979), Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127–150.

Velasco I., Flores A. L., Fresina M. E., Irurzun A., L. Vidal L. (2004). Mapas de riesgo combinando imágenes satelitales y el SIG-IGM. Anales XI Simposio Latinoamericano en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Santiago, Chile.

Yamazaki F. and Matsuoka M. (2004). Remote sensing technologies for earthquake and Tsunami disaster management. Asia Conference on Earthquake Engineering (ACEE). Theme: Seismic Hazards and Damage Mitigation in the Asian Region.1-11.

Muchas gracias por su atención!

Consultas: dmr@smn.gob.ar



Ministerio de Defensa
Argentina

Dorrego 4019 (C1425GBE) Buenos Aires . Argentina
Tel: (+54 11) 5167-6767. smn@smn.gob.ar

www.smn.gob.ar

