

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación

Departamento: Teledetección y Aplicaciones Ambientales

Título: “**Validación del uso de la técnica NDXI en el Delta del Paraná y cercanías.**”

Autores: Diana. M. Rodríguez, Silvana C. Bolzi, Inés Velasco, Mónica Marino

Lugar: Medellín, Colombia

Fecha: 26 de septiembre al 03 de octubre de 2014

Tipo de documento: Presentación

Número de documento: **0002TA2014**



XVI SIMPOSIO
INTERNACIONAL
SELPER 2014

Validación del uso de la técnica NDXI en el Delta del Paraná y cercanías.

Lic. Diana Marina Rodríguez

Lic. Silvana C. Bolzi – Dra. Inés Velasco – Dra. Mónica Marino



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER 30
COLOMBIA AÑOS



Introducción

- Las inundaciones y las sequías son fenómenos que ocasionan serios perjuicios socio - económicos. Por lo tanto el conocimiento de la dinámica de éstos y de su climatología puede ayudar al planeamiento de diversas actividades vinculadas con el bienestar y desarrollo sustentable.
- En base a los conocimientos de estos fenómenos se pueden establecer estrategias de prevención, alerta y mitigación de daños.
- Las imágenes obtenidas con sensores remotos en distintas plataformas han sido utilizadas en un amplio rango de aplicaciones en la investigación del recurso agua, suelo y aire.



Introducción

- Monitoreo de áreas inundadas y la evaluación de los daños producidos.
- Monitoreo de áreas donde el recurso agua es escaso.
- Estas aplicaciones han dado origen al desarrollo de diversos índices espectrales (índices sintéticos) que facilitan la identificación de las diferentes coberturas de la superficie.



Introducción

- Índices sintéticos: (a partir de bandas reflectivas)
 - Vegetación: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), Tucker (1979)
 - Agua: NDWI (Normalized Difference Water Index), McFeeters (1996)
 - Suelo: NDSI (Normalized Difference Soil Index), Takeuchi and Yasuoka (2004).
- Estos índices han sido utilizados en forma individual (por ej. McFeeters 1996; Gao 1997) o combinados de a dos (por ej. Velasco et al. 2004; Gu et al. 2007) o de a tres.



Introducción

- Técnica NDXI: Uso combinado y simultáneo de los tres índices para distintas aplicaciones, (Takeuchi and Yasuoka, 2004; Yamazaki and Matsuoka, 2004; Rogers, 2004; Ken'ichi, 2006).
- Cada uno de estos índices identifica una clase generalizada de tres coberturas: agua, vegetación y suelos desnudos.



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:
(R, G, B) = NDSI, NDVI, NDWI .

Como?

Evaluando las superficies de cada cobertura (agua, vegetación y suelos desnudos).

Estableciendo valores límites para cada clase.



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER **30**
COLOMBIA AÑOS

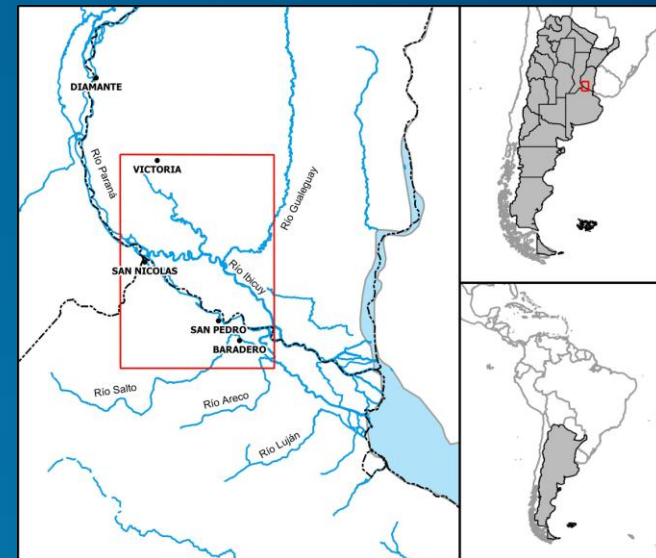
Metodología

Área de trabajo

Comprende una zona sobre el Delta del río Paraná y su entorno. Este delta es uno de los cinco más extensos del mundo, está originado por la deposición de sedimentos provenientes de toda la Cuenca del Plata y está surcado por numerosos ríos y arroyos, cuyos cursos varían ya sea por las propias ondas de crecida del Paraná como por lluvias locales.



14-Enero-2010, 14: 00 UTC, TERRA-
MODIS,
True Color (RGB – 1, 4,3)



Ubicación geográfica.

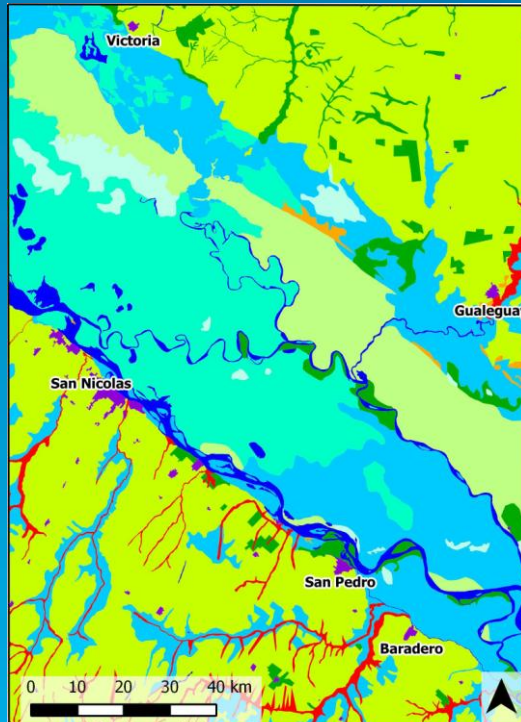


SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER 30
COLOMBIA AÑOS

Metodología

- Clima templado con precipitaciones durante todo el año. (entre 950 y 1110 mm anuales). Valores mínimos en invierno.
- Temperaturas oscilan entre los 10 °C promedio en invierno y 23 °C promedio en verano.



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



Leyenda

- Arenal
- Cañada
- Ciénaga
- Acumulación de conchillas
- Espejo de agua
- Vegetación
- Terreno anegado
- Terreno parcialmente anegado
- Urbano
- Uso agrícola

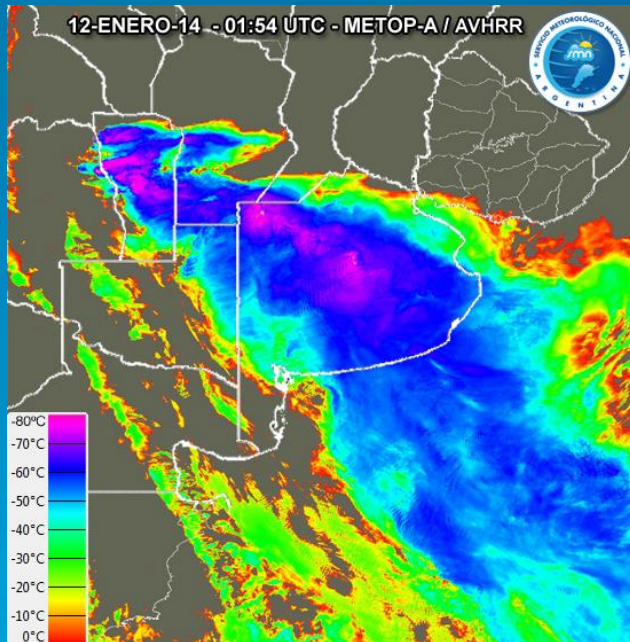


SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER 30
COLOMBIA AÑOS

Metodología

Datos meteorológicos



12-Enero-2010, 01:54 UTC, METOP- AVHRR

| DIA | TEMPERATURA DEL AIRE | | | | | | TEMPERATURA DEL SUELO | | | HUMEDAD RELATIVA | | | LLUVIA (mm) |
|-----|--------------------------|------|------|--------------------------|------------|------------|-----------------------|-------|-------|------------------|------|------|-------------|
| | Con abrigo meteorológico | | | Sin abrigo meteorológico | | | Profundidad | | | Máx. | Med. | Mín. | |
| | Máx. | Med. | Mín. | Min. 0.05m | Min. 0.50m | Min. 1.50m | 0.05m | 0.10m | 0.20m | | | | |
| 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 | 32,5 |
| 5 | 32,0 | 26,2 | 20,7 | 17,6 | 18,4 | 19,6 | 28,6 | 27,6 | 26,2 | 97 | 81 | 66 | 32,2 |
| 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 | |

Fuente: INTA , Estación San Pedro

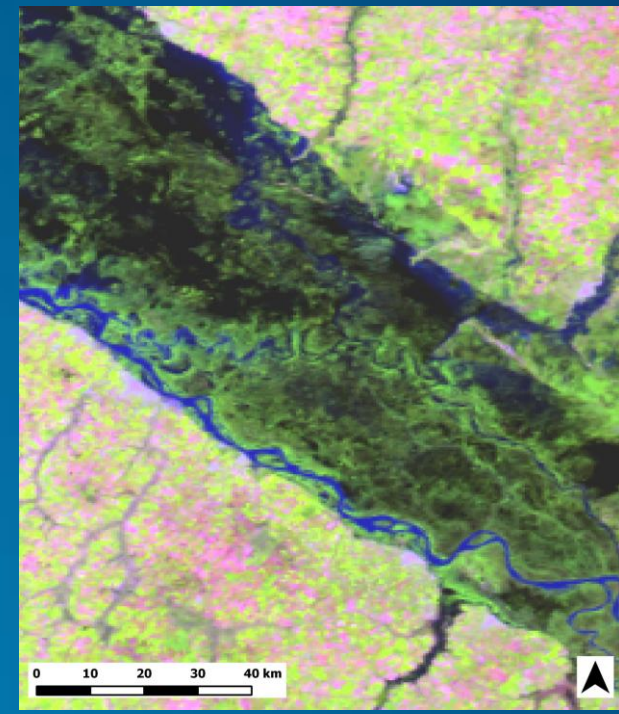
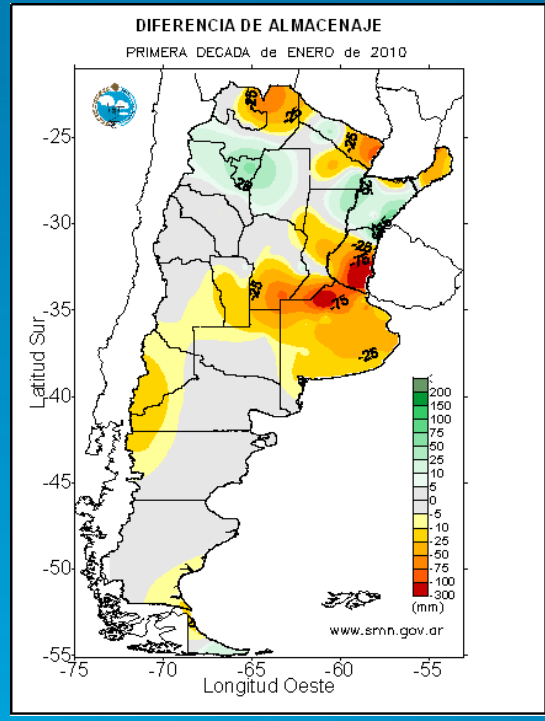


14-Enero-2010, 14: 00 UTC, TERRA-MODIS, Falso color (RGB – 6,2,1)



Metodología

Datos agrometeorológicos



14-Enero-2010, 14:00 UTC, TERRA-MODIS,
Imagen Falso color (RGB – 6,2,1)

Metodología



Reflectividades de distintas coberturas



Metodología

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

Tabla 1: Bandas utilizadas del sensor MODIS

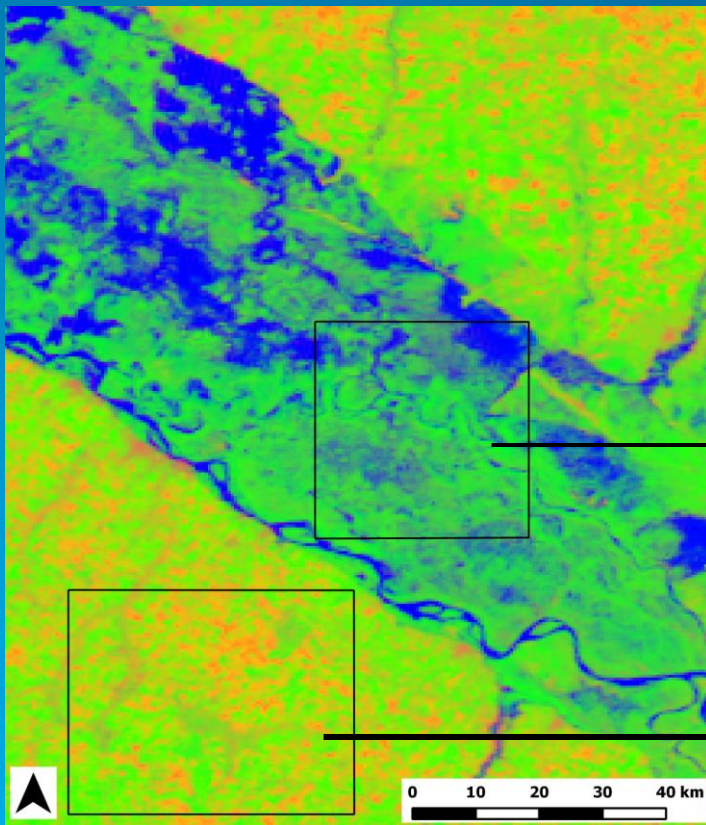
| | |
|-------------|---|
| NDVI | $(\text{NIR}-\text{VIS})/(\text{NIR}+\text{VIS})$ |
| NDSI | $(\text{SWIR}-\text{NIR})/(\text{SWIR}+\text{NIR})$ |
| NDWI | $(\text{VIS}-\text{SWIR})/(\text{VIS}+\text{SWIR})$ |

Tabla 2. Bandas utilizadas del sensor MODIS para el calculo de los índices

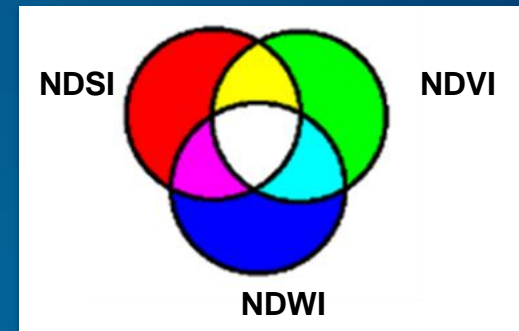


Metodología

A partir de la obtención de los tres índices se obtuvo una imagen en falso color, que es el punto de partida del presente trabajo.



R: NDSI
G: NDVI
B: NDWI



Sub-área Delta

Sub-área Llanura

14-Enero-2010, 14: 00 UTC, TERRA-
MODIS, 500 mts. resolución



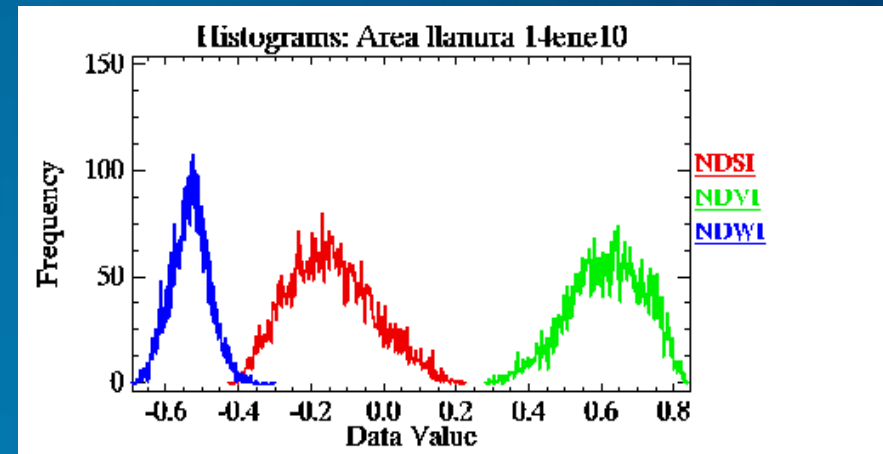
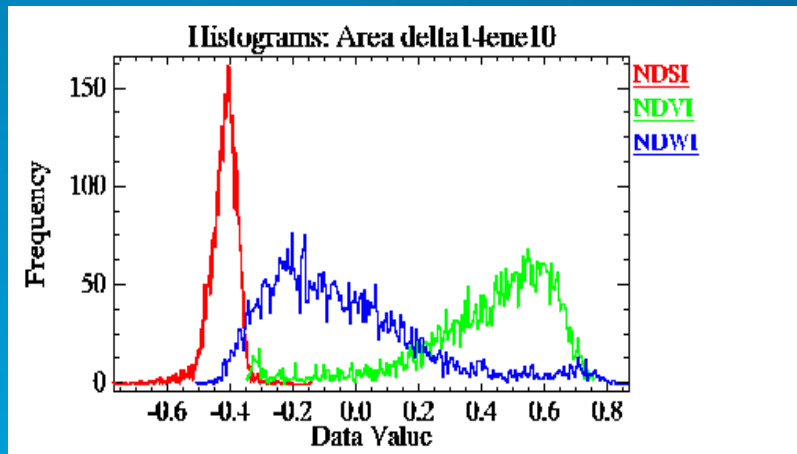
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER 30 AÑOS
COLOMBIA

Metodología

Histogramas

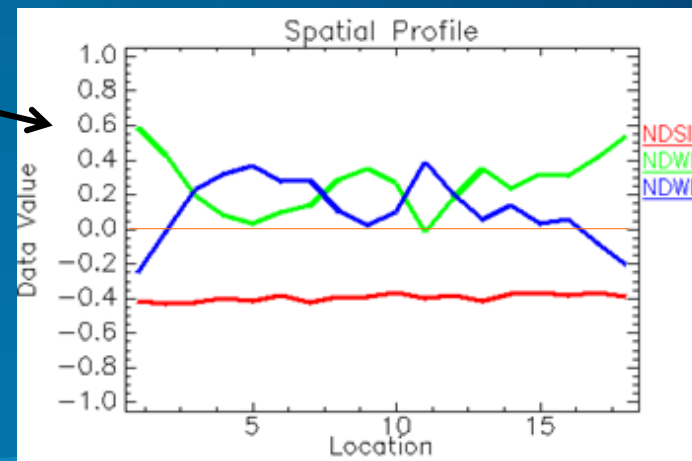
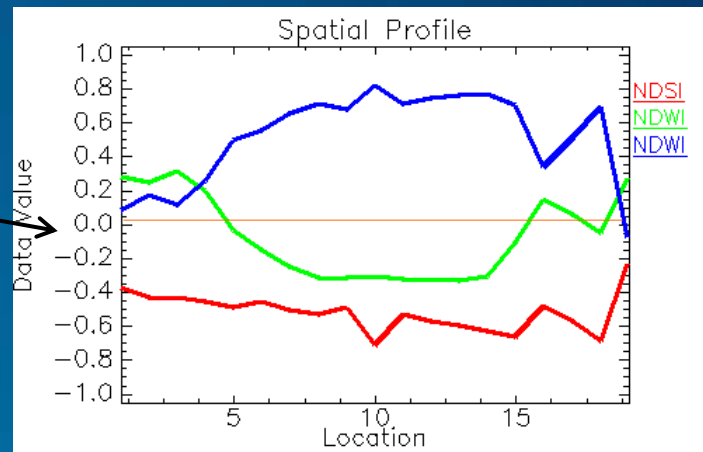
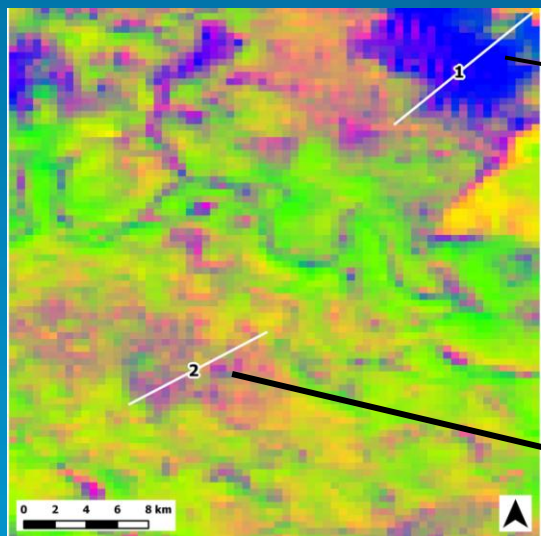
El histograma del área Delta indica que no se identifican píxeles con suelo desnudo, pero en cambio encontramos con vegetación y agua y con mezcla de ambas.



El histograma correspondiente a la zona llanura indica que no hay píxeles con agua, pero sí de suelo con poca o ninguna vegetación y suelos con vegetación.

Metodología

Transectas área sub-delta

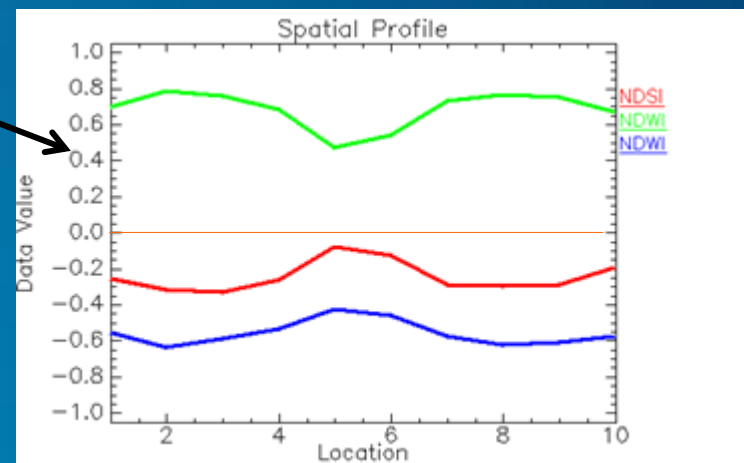
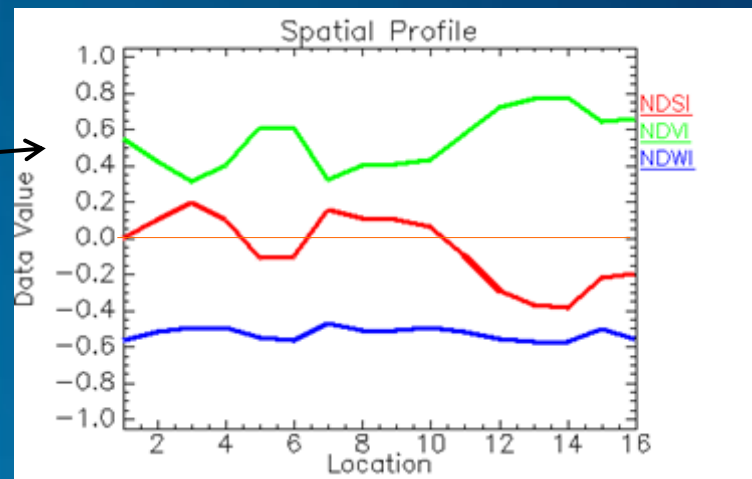
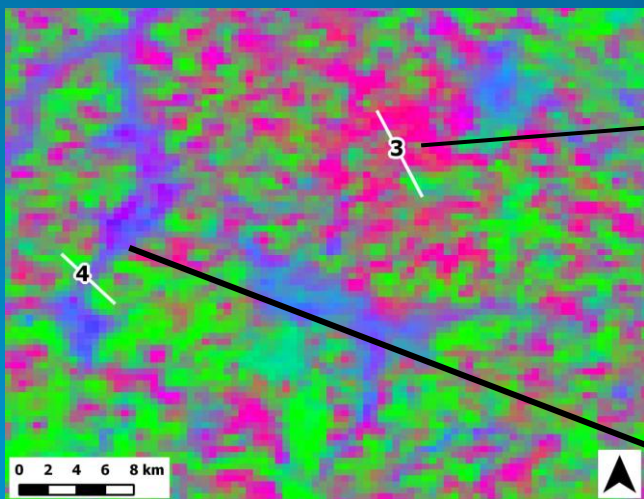


Los valores negativos del NDSI en el área del Delta indican que no hay superficies de suelo desnudo o con escasa vegetación. Los valores altos de NDWI y bajos valores de NDVI indican la presencia de espejos de agua, ya sea en lagunas o cauces, en tanto que valores positivos, pero bajos de ambos índices representarían zonas anegadas con vegetación emergente.



Metodología

Transectas Área Ilanura



Los valores y variaciones de los índices sobre la subárea llanura tienen, un comportamiento opuesto. El NDWI tiene valores negativos importantes a lo largo de las dos transectas y el NDVI bastante altos. En cuanto a los valores del NDSI, estos oscilan cercanos al cero, pero con comportamiento en oposición al NDVI en zonas donde predomina la vegetación.



Metodología

Análisis de
Transectas

Análisis de
histogramas



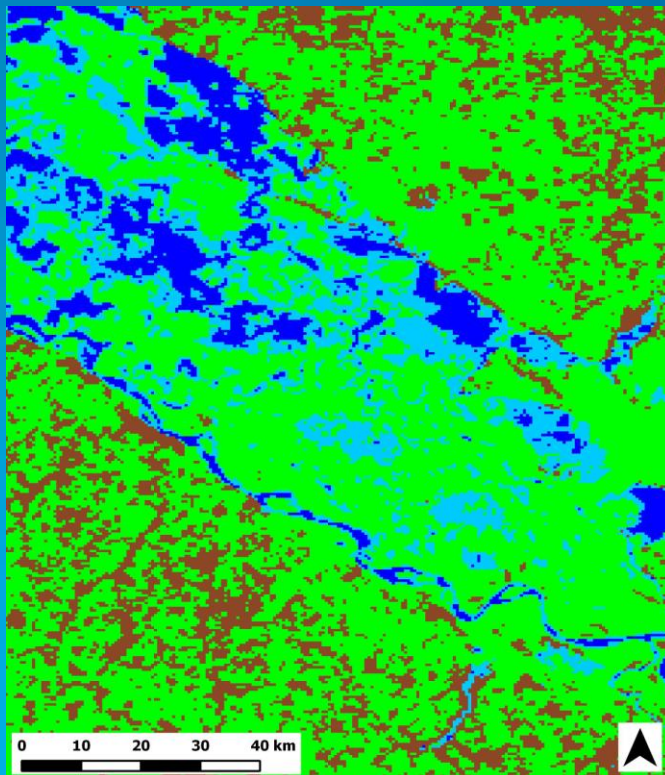
Ensayo de clasificación

- ✓ Agua
- ✓ Agua con vegetación emergente
- ✓ Suelo con vegetación
- ✓ Suelo con escasa o nula vegetación



Metodología

| 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 $NDSI < 0$ |



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



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER COLOMBIA **30** AÑOS

Discusión de resultados

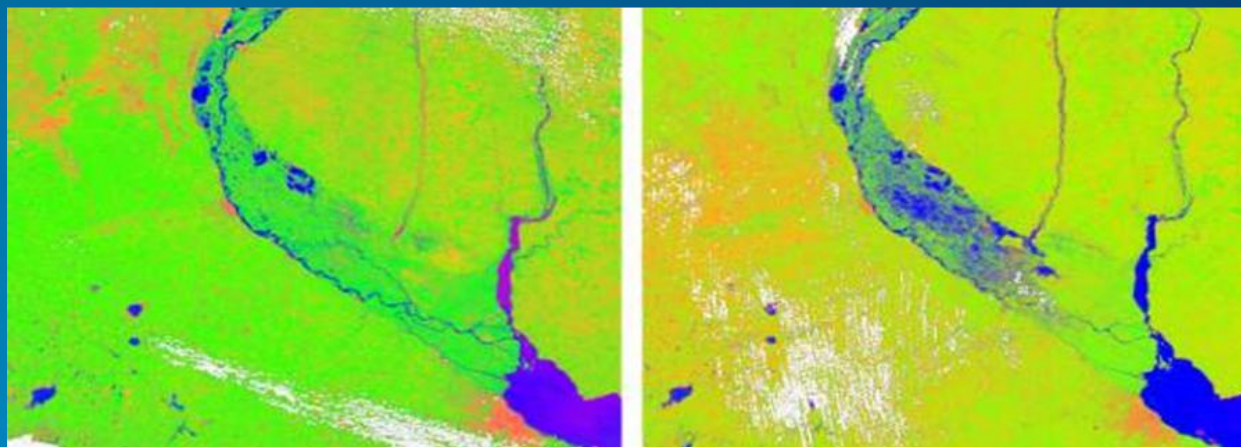
Respecto a los tres índices utilizados, si bien cada uno fue diseñado justamente para realzar suelos desnudos (NDSI), vegetación (NDVI) y agua (NDWI), es difícil encontrar en la naturaleza separaciones tan marcadas, aún con los sensores de mayor resolución espacial.

La imagen en falso color obtenida con los tres índices (R, G, B - NDSI, NDVI, NDWI), permite una apreciación visual global de las tres clases que cada índice identifica.

Una serie temporal de estas imágenes permite también una apreciación visual de los cambios en extensión de cada una de esas clases principales.

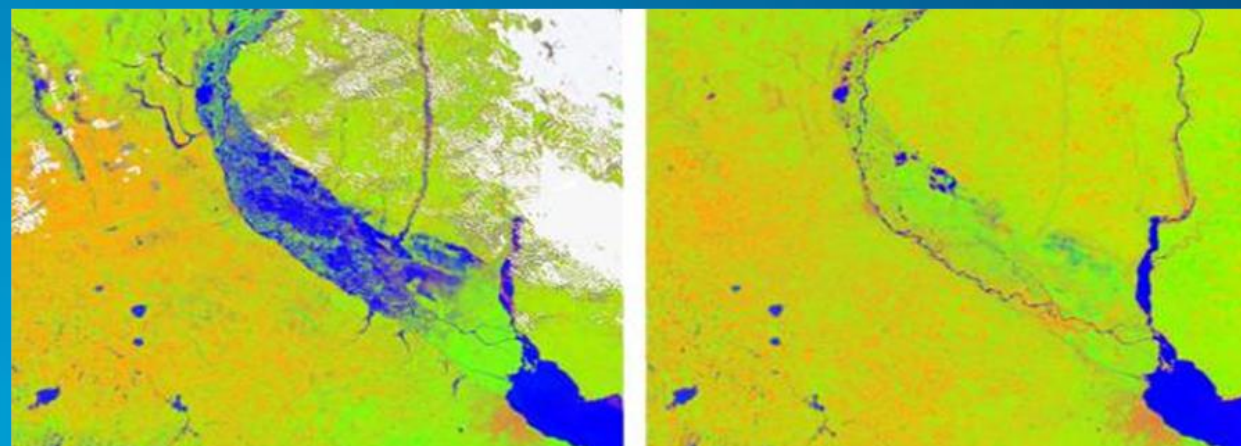


Imágenes de
NDXI sensor
MODIS
(TERRA)



13/01/2007 – pre inundación

20/03/2007 – inicio de la inundación



03/04/2007 – inundación plena

28/09/2007 – bajante

Cada clase es en general compleja y no cuantificable, por lo cual la utilidad de esta técnica, si bien por un lado sólo permite apreciaciones visuales de los cambios, por otro, es un punto de partida para obtener mapas temáticos cuantificables.

El ensayo de clasificación discutido anteriormente, es un ejemplo, a partir del cual se pueden evaluar las extensiones de cada cobertura, según el interés de la aplicación o generar máscaras.

La precisión del mapa temático, de acuerdo al área de aplicación, para ser evaluada requiere contar con información de terreno, que puede provenir de diferentes fuentes.



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 agua o por sequías, así como evaluaciones de áreas cultivadas en forma cuantificada mediante un procesamiento semi-automatizado.



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER **30**
COLOMBIA AÑOS

Conclusiones

Aunque es posible obtener datos de escenas individuales con poca mezcla (píxeles), si se cuentan con exhaustivas referencias de terreno o se realizan análisis muy detallados de imágenes multiespectrales, la técnica propuesta de segmentación, a partir de la obtención de las respuestas de cada uno de los tres índices, en cada una de las tres separaciones observables en la imagen falso color compuesta (R, G, B - NDSI, NDVI, NDWI), es un método robusto para hacer clasificaciones en áreas extensas, ya que permite un procesamiento semi-automatizado para clasificar muchas escenas e investigar condiciones en distintos escenarios.



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCIÓN
REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL

SELPER **30**
COLOMBIA AÑOS

¡Gracias!

¿...?