



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL



Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

UN MODELO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN LOS PROCESOS DE DELIMITACIÓN EN SISTEMAS DE HUMEDALES

PROPUESTA DOCTORAL

PROPONENTE

ANA CAROLINA SANTOS ROCHA (IC, MSc)

e-mail: acsantosr@unal.edu.co

TUTOR

NELSON OBREGÓN NEIRA (IC, MSc, PhD)

e-mail: nobregonn@unal.edu.co

SEDIC 2015

Seminario Doctoral
Programa de Doctorado en Ingeniería
Ingeniería Civil
Julio de 2015



Doctorado en Ingeniería

un
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

 **ORGULLO un**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

CONTENIDO

- 💧 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN
- 💧 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA
- 💧 OBJETIVO
- 💧 ENFOQUE METODOLÓGICO
- 💧 ACTIVIDADES DESARROLLADAS
- 💧 BIBLIOGRAFÍA BÁSICA



ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

DEFINICIÓN DE HUMEDAL

De acuerdo con la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002):

«...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros».

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

CONTEXTO NACIONAL

- De acuerdo con la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia de 2002, en el territorio se encuentran cerca de 20 mil hectáreas de humedales.
- En Febrero de 2015 el IAvH reporto un inventario de 31.702 humedales.

Ciénaga – Sistema de Ciénagas La Mojana



<http://sitio.fondoadaptacion.gov.co/>

Manglar – Ciénaga Grande de Santa Marta



<http://www.invemar.org.co/>

Ciénaga – Ciénaga Zapatos



<http://www.corpocesar.gov.co/>

Arracachales – Río Atrato



<http://www.experienciacolombia.com/>

Manglares – Delta del Río Baudó

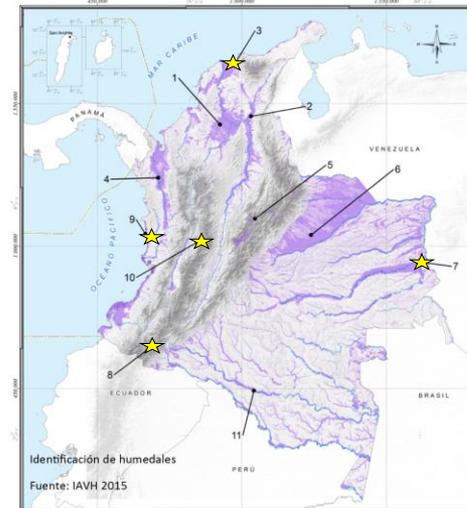


<http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/>

Laguna: Laguna del Otún



<http://www.absolut-colombia.com>



Lagunas – Laguna de Fúquene



www.fundacionhumedales.org

Morichales – Llanuras en el Orinoco



<http://www.wwf.org.co/>

Complejo de Humedales de la Estrella Fluvial Inirida



<http://www.wwf.org.co/>

Laguna: Laguna de la Cocha



<http://narino.gov.co>

Bosque inundable

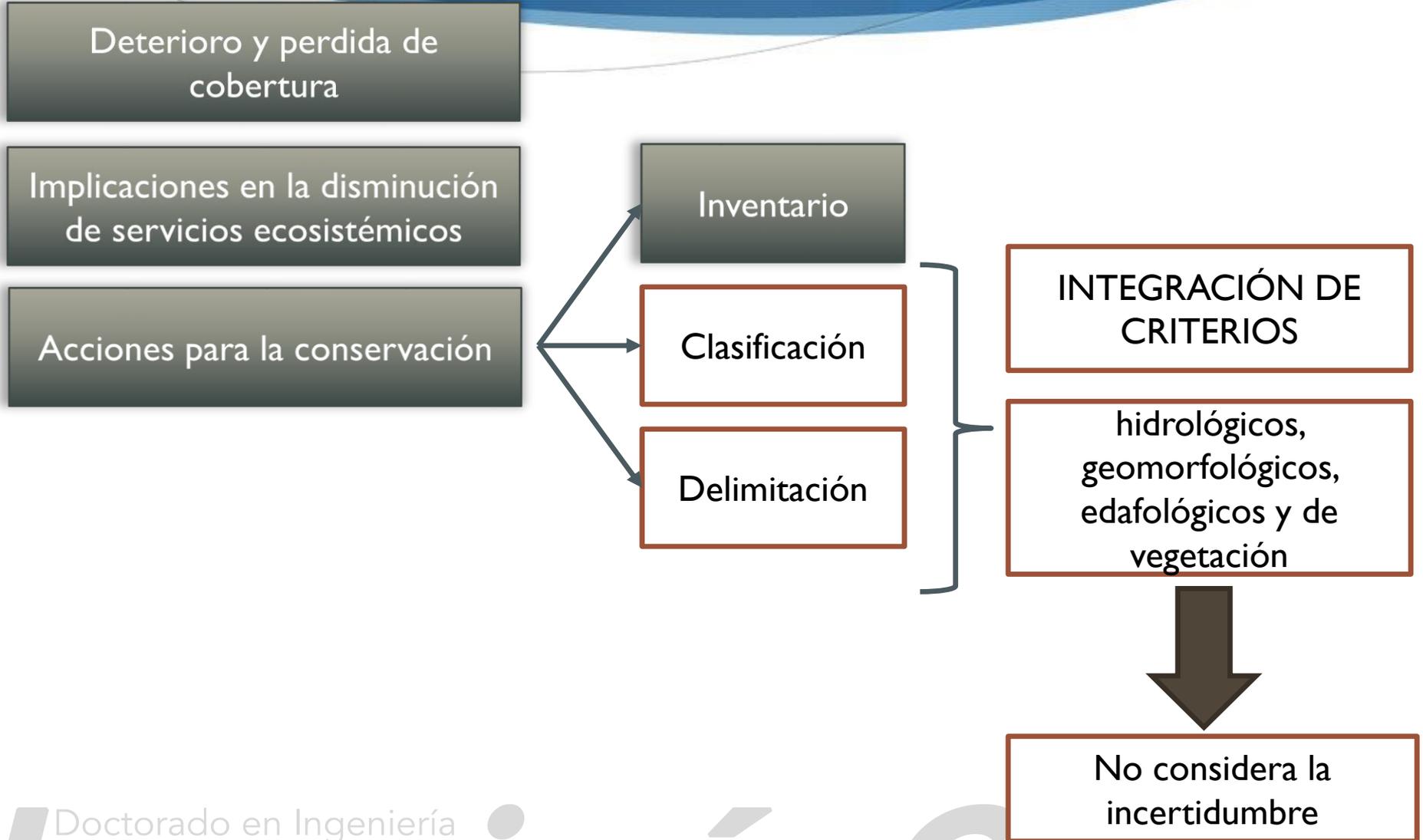


<http://siatac.co>

CONTEXTO INTERNACIONAL

La Convención de Ramsar es un tratado intergubernamental en el que los países miembros se comprometen a mantener las características ecológicas de sus Humedales considerados de importancia Internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN



MARCO CONCEPTUAL

CONCEPTOS

INCERTIDUMBRE

Las incertidumbres son 'Un concepto general que refleja la falta de certeza acerca de algo , que van desde poco menos de seguridad completa a una casi completa certeza acerca de un resultado. (Sayers et . Al. , 2002)

Algunas medidas de incertidumbre

Name	Formula	Meaning of symbols
Hartley entropy (nonspecificity in classical set theory)	$I(A) = \log_2 A $	A : finite subset of universal set X $ A $: cardinality of A
Shannon <u>entropy</u> (dissonance in probability theory)	$H(\mathbf{p}) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$	\mathbf{p} : probability distribution $\mathbf{p}: (p_1, p_2, \dots, p_n)$
U -uncertainty (nonspecificity in possibility theory and fuzzy set theory)	$V(\mathbf{r}) = \sum_{i=2}^n r_i \log_2 \frac{i}{i-1}$ $U(A) = \int_0^1 \log_2 A_\alpha d\alpha$	\mathbf{r} : possibility distribution $\mathbf{r}: (r_1, r_2, \dots, r_n), r_{n+1} = 0,$ $r_i \geq r_{i+1}, i = 1, 2, \dots, n-1$ A : fuzzy subset of X A_α : α -cuts of A
Dissonance (in Dempster-Shafer evidence theory)	$E(m) = - \sum_{A \in \mathcal{F}} m(A) \log_2 \text{Pl}(A)$	m : basic assignment Pl : plausibility function $\text{Pl}(A) = \sum m(B)$, where $B \cap A \neq \emptyset$ \mathcal{F} : set of focal elements
Nonspecificity (in Dempster-Shafer theory)	$V(m) = \sum_{A \in \mathcal{F}} m(A) \log_2 A $	m : basic assignment $ A $: cardinality of A \mathcal{F} : set of focal elements

(Klir, 1990)

ERROR

Diferencia entre el valor medido o calculado y el real

Errores sistemáticos:

Funcionamiento de los aparatos de medida.

Errores accidentales o aleatorios:

- Son debidos a causas imponderables que alteran *aleatoriamente* las medidas. Al producirse aleatoriamente las medidas se distribuyen alrededor del valor real, por lo que un tratamiento estadístico permite estimar su valor.

• Error estándar de los datos

$$\sigma = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

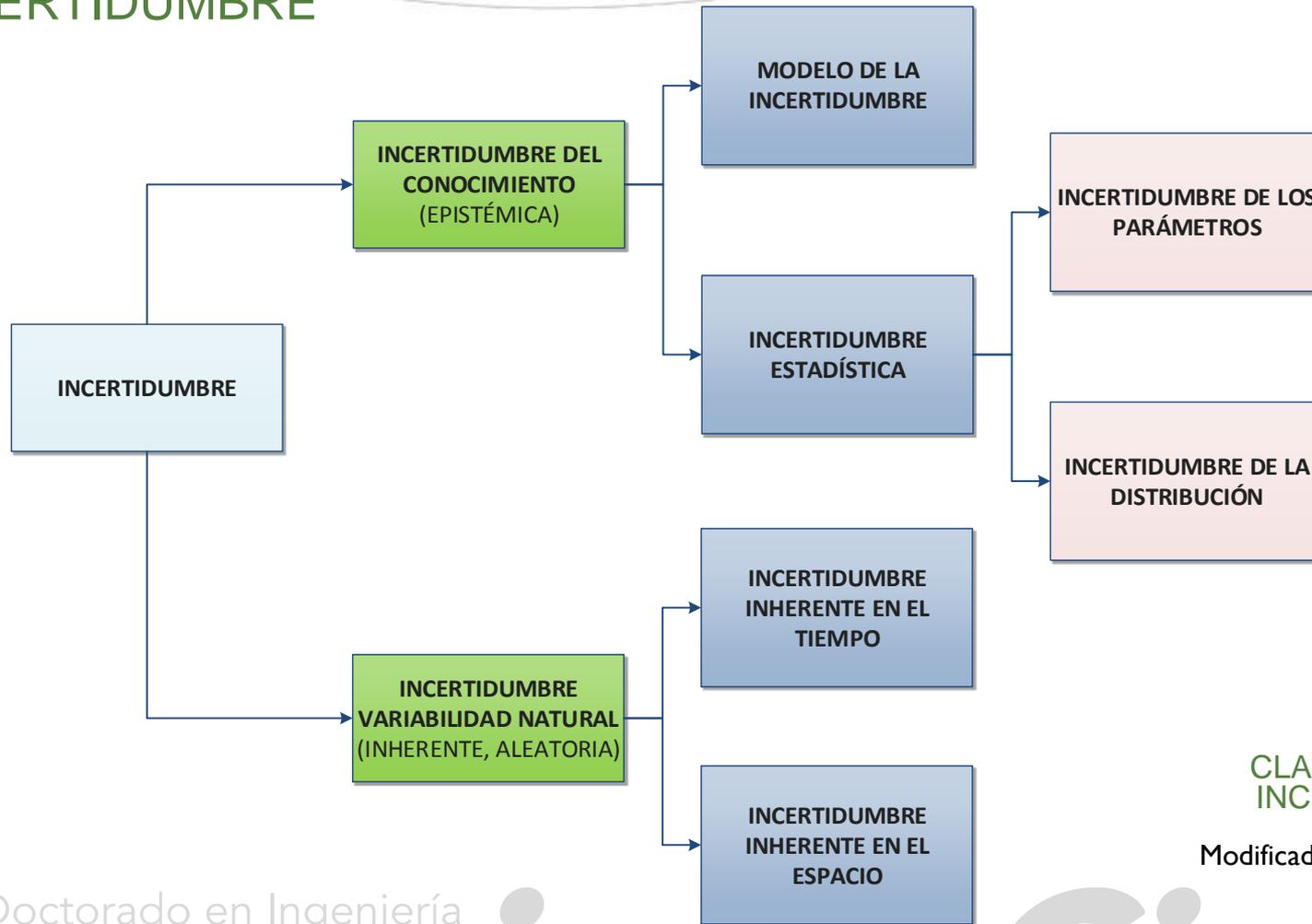
• Valor cuadrático medio de los errores (RMS)

$$\Delta x_{RMS} = \frac{1}{N} \sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + \dots + (\Delta x_N)^2}$$

MARCO CONCEPTUAL

CONCEPTOS

INCERTIDUMBRE



CLASIFICACIÓN DE INCERTIDUMBRES

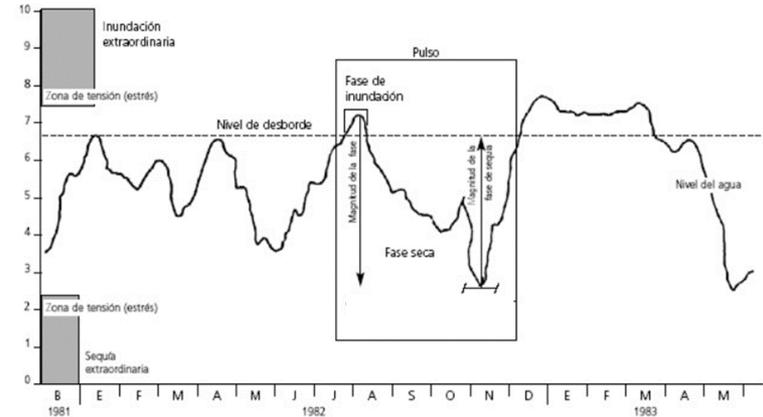
Modificado de Van Gelder (2000)

Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

MARCO CONCEPTUAL

Componente hidrológico: PULSO DE INUNDACIÓN



Se ha identificado que los pulsos están constituidos por dos fases: una de crecientes y una de bajantes. Estas fases son de gran importancia para la estabilidad de los **ecosistemas fluviales** (J J Neiff & Malvárez, 1999; Juan José Neiff, 1990)

Aproximaciones a la cota de inundación

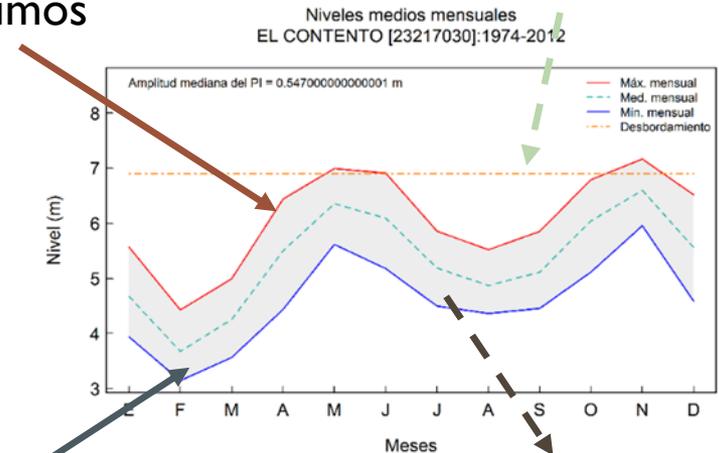
- 1_ Media de la máximas
- 2_ “Cotas de inundación ríos Magdalena, Cauca, Sinú, San Jorge y Atrato”, con el fin de conocer los valores de las cotas de inundación (IDEAM, 2012) .



Implicaciones ecológicas

Niveles máximos

Cota de inundación



Niveles mínimos

Niveles medios

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

CRITERIOS FÍSICOS PARA LA DELIMITACIÓN DE HUMEDALES

HUMEDAL

- SUELOS
- VEGETACIÓN
- HIDROLOGÍA
- GEOMORFOLOGÍA

PROCESOS HIDROLÓGICOS

Hidrosistema

- Procesos no lineales enmarcados en un volumen de control
- Sistemas complejos

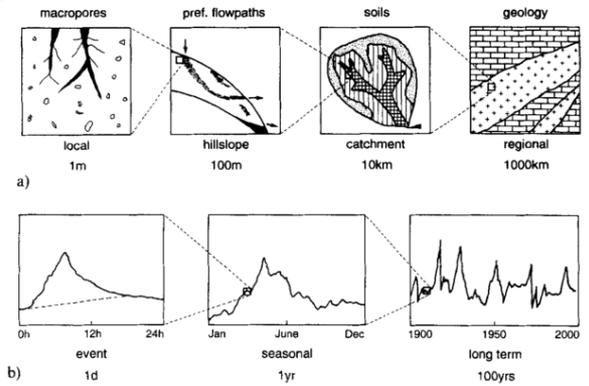
Descripción de los principios que rigen los fenómenos hidrológicos

Flujos de agua en la atmósfera, en la superficie y subsuelo

Recolección de información hidrológica y topográfica

Incertidumbre en el balance (Pappenberger & Beven, 2006)

ESCALA



(Blöschl & Sivapalan, 1995)

La escala se refiere a un tiempo o longitud característica de un proceso

INCERTIDUMBRE

Tipo de incertidumbre	Categoría	Fuente
Natural	Variaciones naturales	Variaciones temporales de caudales, niveles de agua.
	Futuros desarrollos o políticas	Cambio climático
Conocimiento	Vacío en los datos (Incertidumbre estadística)	Modelo probabilístico de descargas o niveles
	Vacío en el conocimiento (Incertidumbre del modelo)	Modelo matemáticos de descargas o niveles

OBJETIVO

◆ OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo que incorpore la incertidumbre en los procesos de delimitación en sistemas de humedales, esto a partir de un humedal piloto que cuente con suficiente información de manera que se puedan realizar comparación en escenarios de falta de información o monitoreo sobre el.

ENFOQUE METODOLÓGICO

Selección de Estudio de caso

- Información topográfica con resoluciones de 1m, 5m y 30m
- Información de sensores remotos Ópticas y de Radar a 100 m y 50 m
- Información hidrológica con resolución diaria, subdiaria y mensual
- Estudios de suelos, geomorfología y vegetación

Disponibilidad de todos los Criterios de Delimitación

HUMEDAL PATRÓN

Modelo con toda la información
Con resoluciones finas

Modelo con información faltante

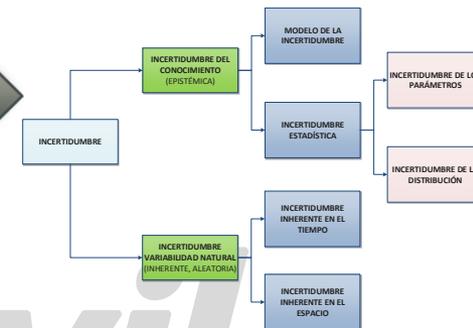
Modelo con información con resoluciones gruesas

DISEÑO DEL MODELO DE INCERTIDUMBRE

Integración con el modelo de delimitación (criterios funcionales)

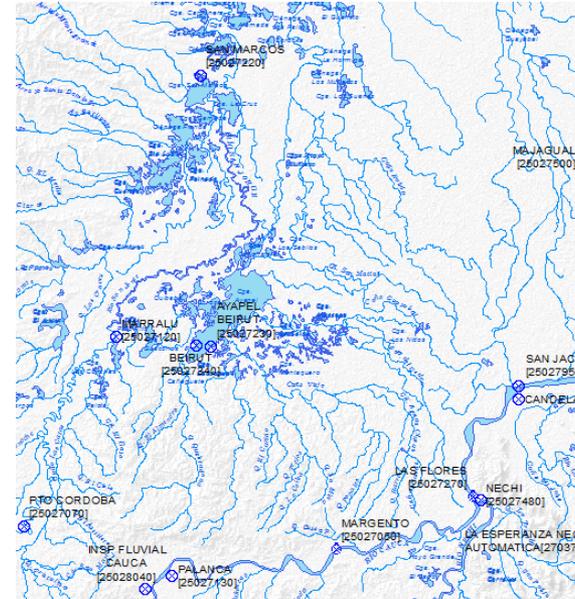
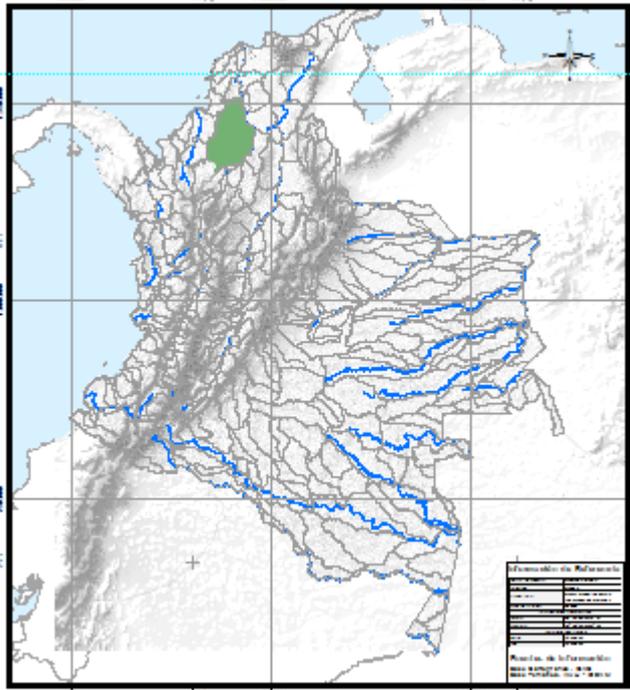
De acuerdo con la información disponible clasificar y cuantificar el tipo de Incertidumbre

Comparar los resultados



ENFOQUE METODOLÓGICO

CASO DE ESTUDIO CIÉNAGA DE AYAPEL



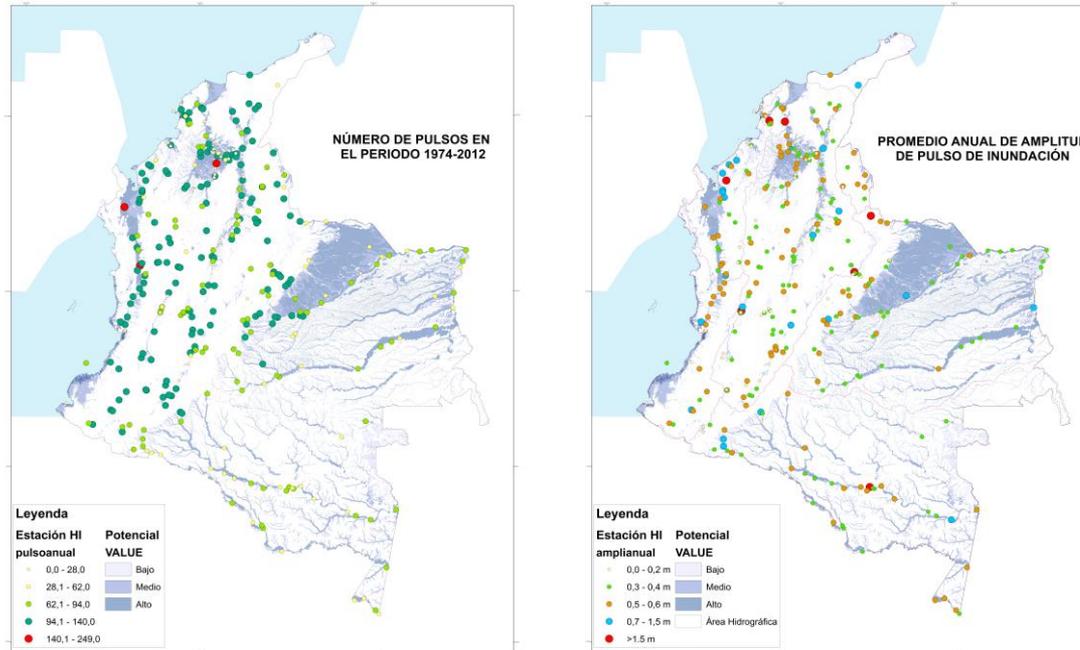
El caso de estudio está situado en la Ciénaga de Ayapel, departamento de Córdoba (Colombia), en la cuenca media del Río San Jorge. Tiene una **extensión de 1504 km²**, en su vecindad se encuentran humedales menores que constituyen un sistema complejo de humedales conectados por caños. Se cuenta con el DTM a resolución de 1m y 5m junto con estudios geomorfológicos y de suelos que fueron suministrados por el equipo de modelación del proyecto “La Mojana” del Fondo de Adaptación. Los registros de las estaciones hidrometeorológicas corresponde a las estaciones operadas por el IDEAM con resoluciones diarias y mensuales.

INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DISPONIBLE

NOMBRE	CORRIENTE
NECHI [25027480]	CAUCA
LA ESPERANZA NECHI AUTOMATICA [2703710]	NECHI
MARGENTO [25027050]	CAUCA
LAS FLORES [25027270]	CAUCA
AYAPEL BEIRUT [25027230]	CGA. DE AYAPEL
MARRALU [25027120]	SAN JORGE
SAN MARCOS [25027220]	CGA. SAN MARCOS
BEIRUT [25027340]	CGA. DE AYAPEL

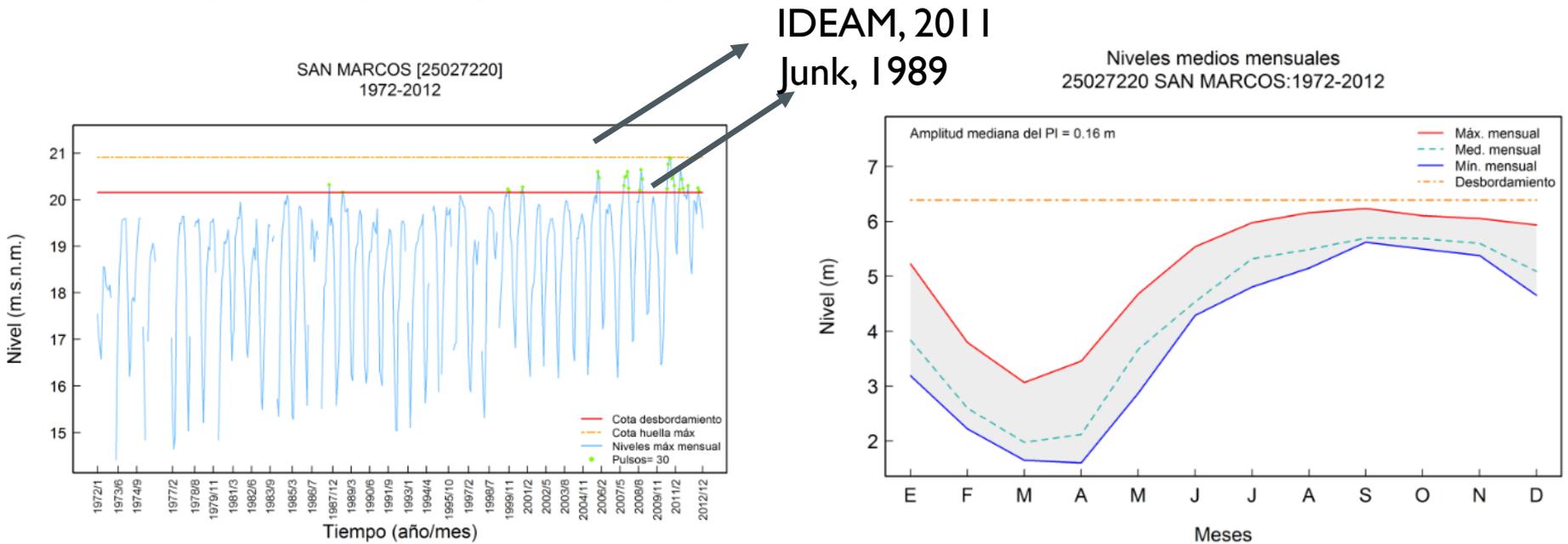
ACTIVIDADES DESARROLLADAS

- Análisis de componente hidrológico en términos del pulso de inundación a nivel nacional



ACTIVIDADES DESARROLLADAS

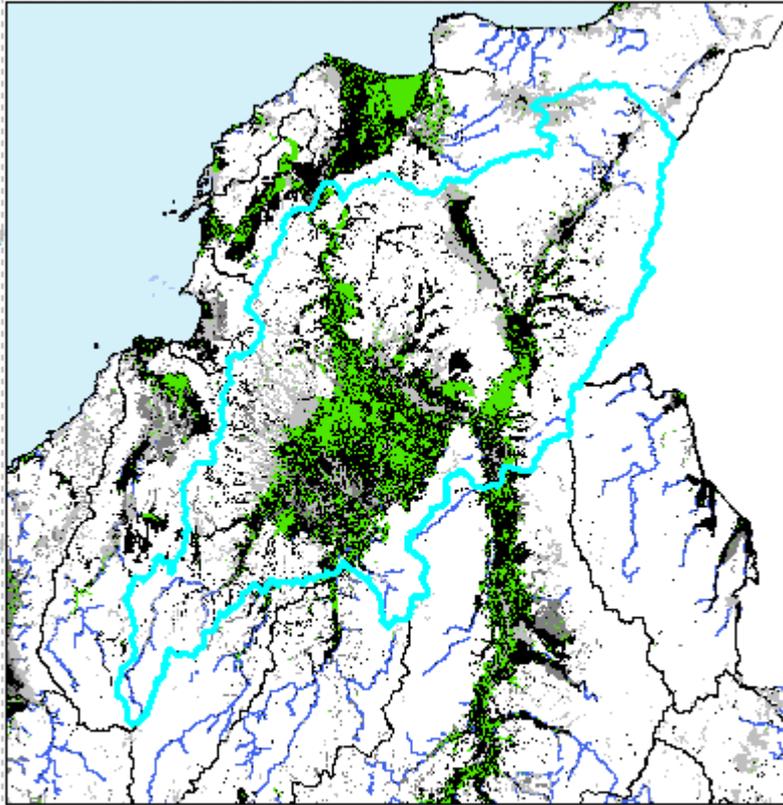
- Análisis de componente hidrológico en términos del pulso de inundación a nivel nacional



Se ha identificado la importancia de la definición de la cota de inundación para la definición del pulso hidrológico

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Bajo Magdalena



Inspección de las frecuencias de inundación detectadas por imágenes ALOS PALSAR (RADAR), disponibles del convenio IDEAM-IAVH



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS
ENFOQUE METODOLÓGICO
ACTIVIDADES DESARROLLADAS
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

un

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ORGULLO un

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Beven, K. (2001). Dalton Lecture: How Far Can We Go In Distributed Hydrological Modelling? Keith Beven Lancaster University. *Computer*, 5, 1–12. Retrieved from <http://eprints.lancs.ac.uk/4420/>
- Brinson, M. M. (1993). A Hydrogeomorphic Classification for Wetlands. *Engineer, WRP-DE-4*(August), 103. Retrieved from <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA270053>
- Casco, S., Neiff, M., & Neiff, J. (2005). Biodiversidad en ríos del litoral fluvial. Utilidad del software PULSO. *Miscelánea*, 14, 105–120. Retrieved from http://insugeo.org.ar/libros/misc_14/pdf/09.pdf
- Junk, W., Bayley, P., & Sparks, R. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain system.
- Klemeš, V. (1983). Conceptualization and scale in hydrology. *Journal of Hydrology*. doi:10.1016/0022-1694(83)90208-1
- Mitsch, W. J., & Gossilink, J. G. (2000). The value of wetlands: Importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*.
- ., & Malvárez, A. I. (1999). El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. In A. I. Malvárez (Ed.), *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica* (pp. 99–150). UNESCO. Retrieved from http://www.unesco.org.uy/geo/fileadmin/ciencias_naturales/mab/8.pdf
- Ramsar Convention Secretariat. (2006). The Ramsar Convention Manual: A guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). *Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 4th Editio*.
- Semeniuk, V., & Semeniuk, C. A. (1997). A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention – a discussion. *Wetlands*, 5, 145–158.
- Sivapalan, M., Grayson, R., & Woods, R. (2004). Preface: Scale and scaling in hydrology. *Hydrological Processes*, 18, 1369–1371. doi:10.1002/hyp.1417
- USACE. (1987). Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual. *Wetlands*, 1(January), 92 pages et annexes. Retrieved from <http://el.erdc.usace.army.mil/wetlands/pdfs/wlman87.pdf>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Ensayos Hidráulicos

Edificio 408 (LEH) – Oficina 205

Tel/Fax: +57 1 316 5000 Ext. 13411

diracica_fibog@unal.edu.co

<https://sites.google.com/a/unal.edu.co/diracica/>