

# MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

9a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en Delineantes de Arquitectura e Ingeniería Y Construcción Sostenible  
08 al 12 de Mayo de 2017



# **EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES CON INFORMACION ESCASA MUNICIPIO DE CAUCASIA, ANTIOQUIA MUNICIPIO PLATO, MAGDALENA**

Este proyecto se llevó a cabo gracias a los recursos del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas de Colciencias.

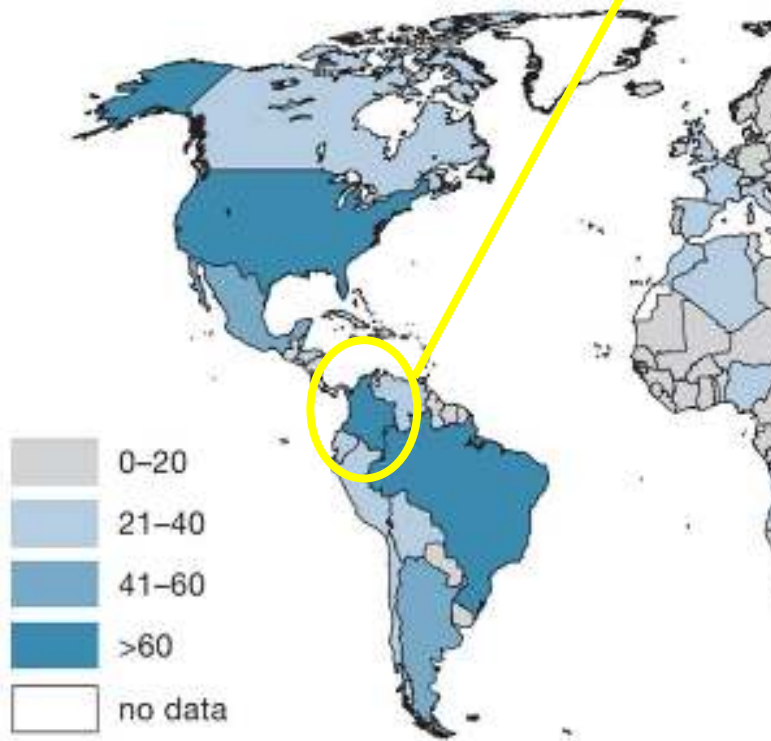
*Edna Margarita Rodríguez-Gaviria  
Carolina García-Londoño  
Juan David Parra-Jiménez  
José Manuel Mojica-Vélez  
Verónica Botero-Fernández  
Jaime Ignacio Vélez-Upegui  
José Humberto Caballero-Acosta*



## OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de la investigación consistió en el diseño y aplicación de una propuesta metodológica para evaluar el riesgo a nivel local bajo determinadas condiciones de disponibilidad y calidad de información, la cual permita la toma de decisiones por parte de las administraciones municipales. La metodología contempló la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el establecimiento de escenarios de riesgo.

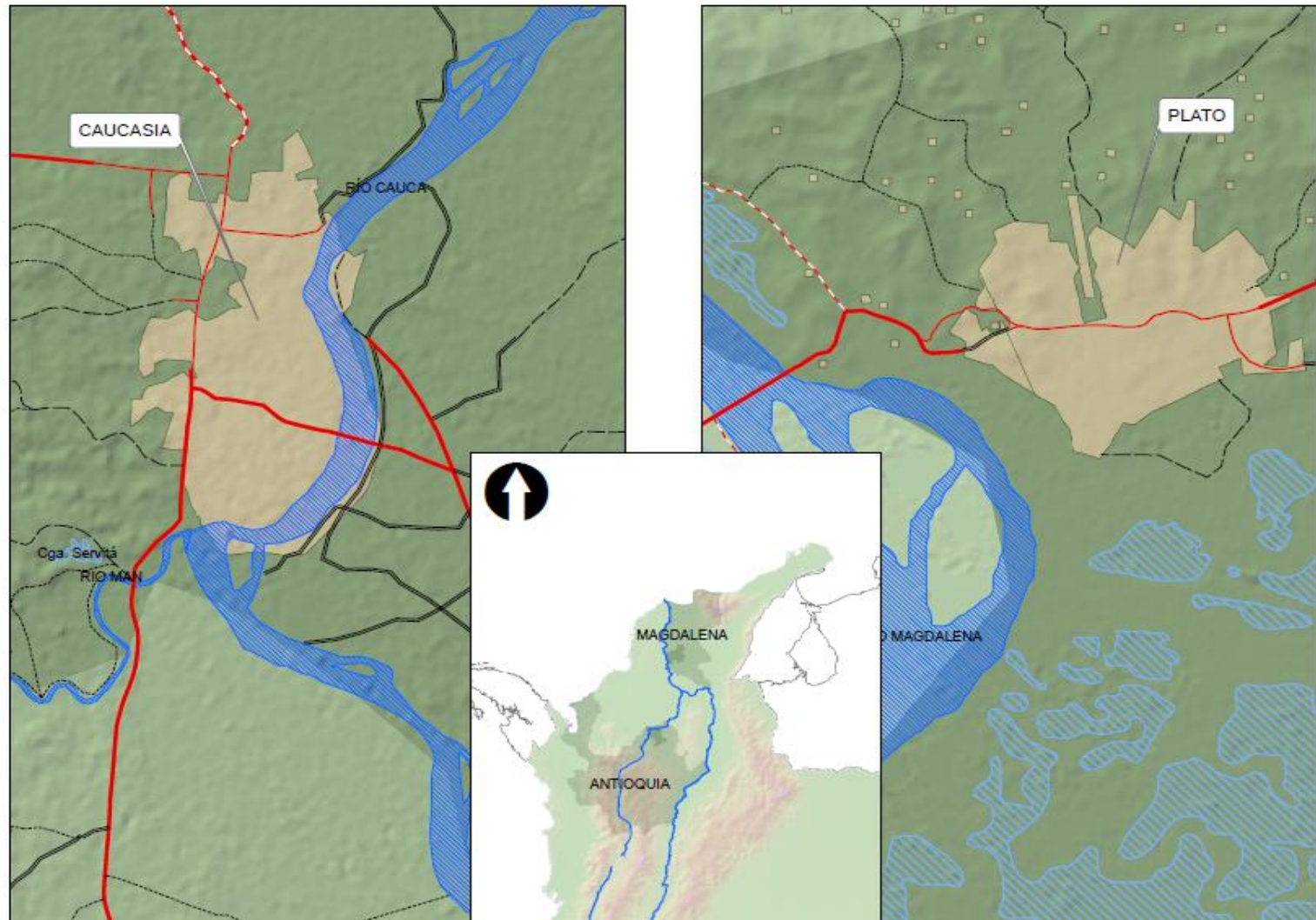




- Décimo y octavo lugar a nivel mundial por el número de muertos y daños respectivamente (Brakenridge, 2011; Guha-Sapir, Vos, & Below, 2012)
- Son reconocidas como la amenaza “socio-natural” que ha generado mayor afectación en la historia de Colombia.
- Tendencia creciente en número de eventos y afectados (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters-CRED, 2015).

Inundaciones en el período 1970-2011 (Jha et al., 2012)

# Casos de estudio







## IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES

Personas  
Bienes  
Infraestructura  
Pérdidas económicas  
Cambios ambientales



Fotografías capturadas por el Señor Guillermo Choperena y la Alcaldía de Plato

Fotografías capturadas por el grupo de investigación y la Alcaldía de Cauca

# METODOLOGÍA

## Evaluación de la amenaza de inundación

- Información histórica
- Geomorfología
- Hidrología-Hidráulica

## Evaluación de la vulnerabilidad

- Exposición
- Susceptibilidad
- Capacidad

## Evaluación del riesgo

- Corto plazo
- Mediano plazo
- Largo plazo

**Conocimiento  
local**

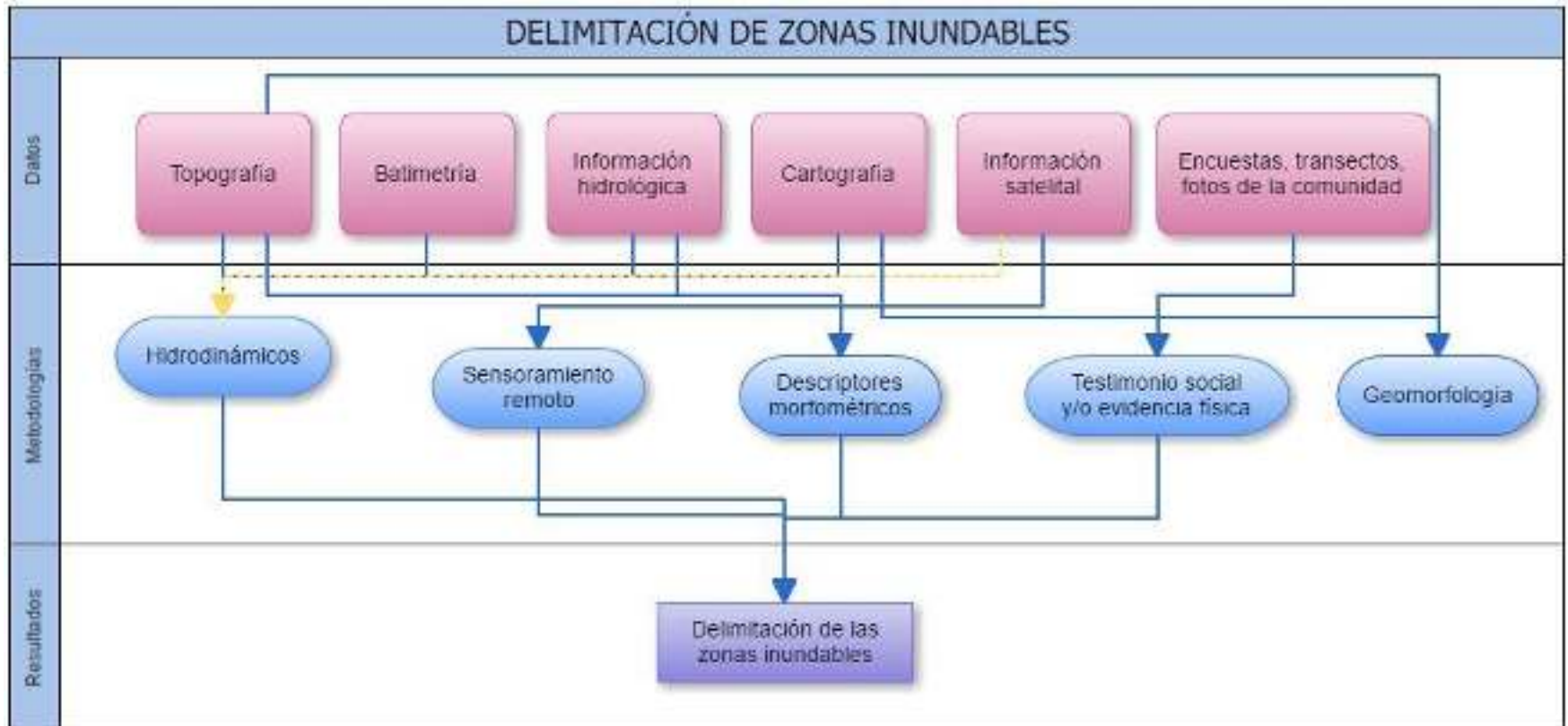
# EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD





# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN



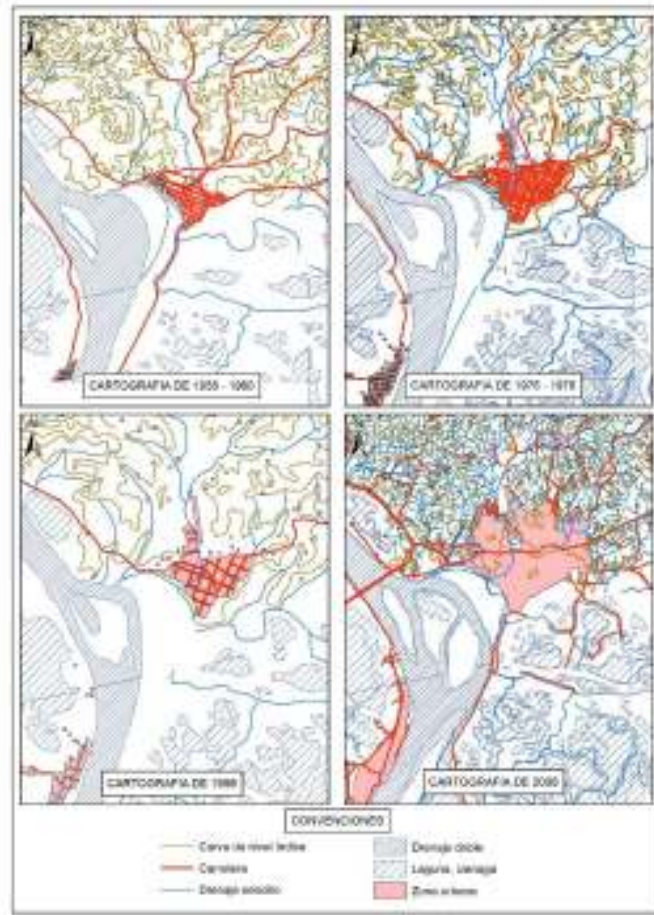
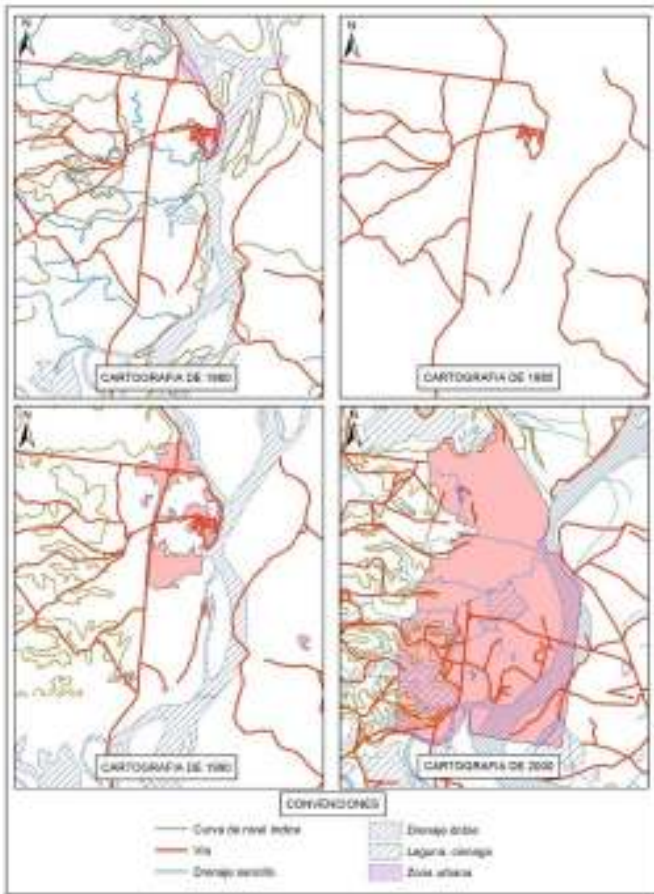
Fuente: Elaboración propia

# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN

## Información adquirida:

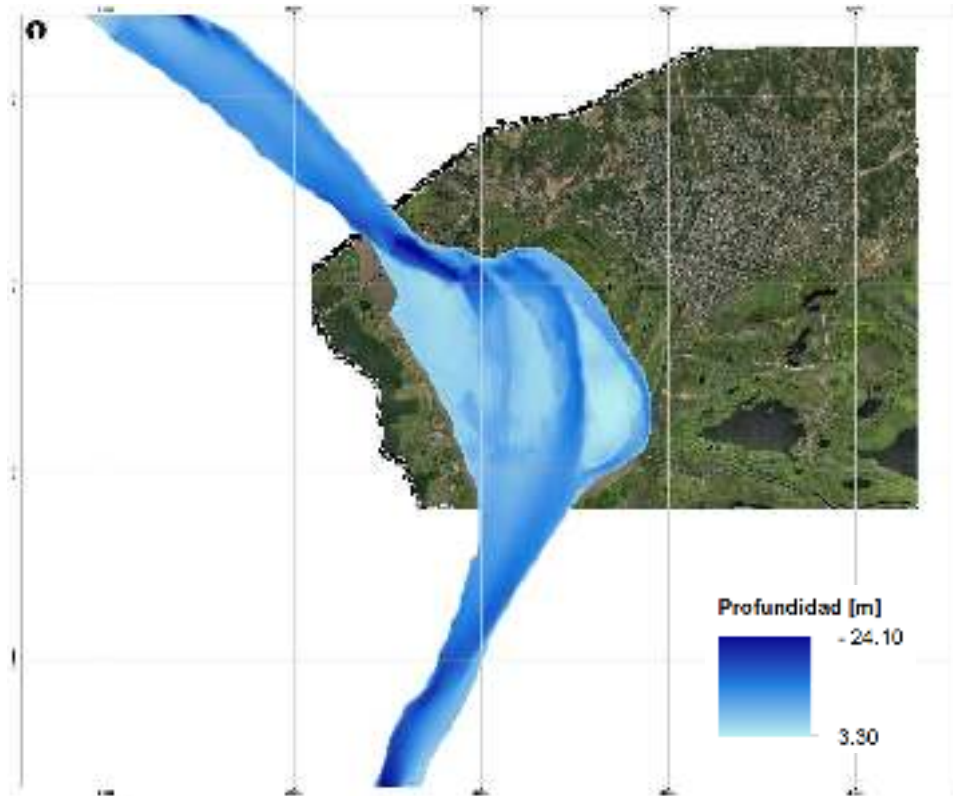
- Topografía: se emplearon modelos digitales de elevación para su representación
  - SRTM: resolución horizontal de 30 m
  - ASTER: resolución horizontal de 12.5 m
  - LiDAR: resolución horizontal 0.5 m
  - DRONE: resolución horizontal 0.5 m
- Batimetría: se realizó un levantamiento batimétrico con Ecosonda (Hydrobox) y amarre con GPS diferencial (Topcon RTK Hiper Lite +)
- Estaciones hidroclimatológicas (IDEAM)
  - Niveles y caudales
  - Precipitación





Planchas topográficas en escalas  
 1:25.000 y 1:100.000  
 Instituto Geográfico Agustín Codazzi

# Modelos batimétricos de los ríos Magdalena y Cauca





Estación automática



Mira

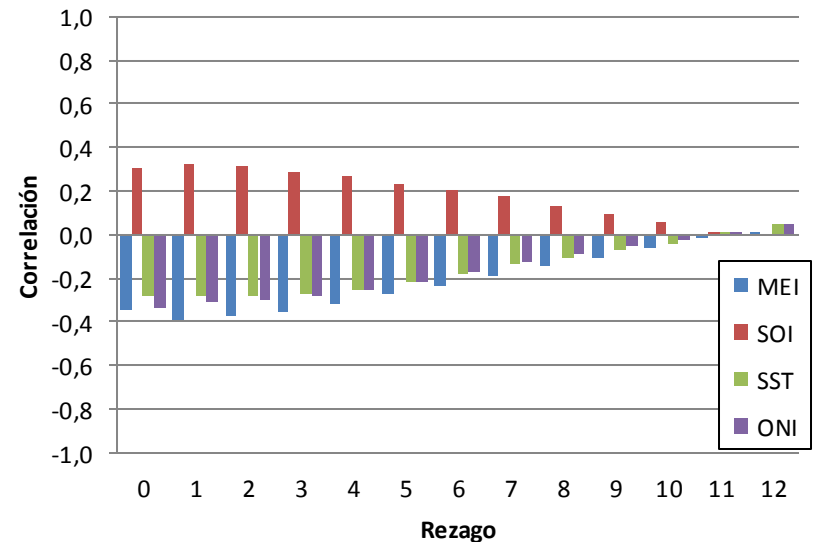
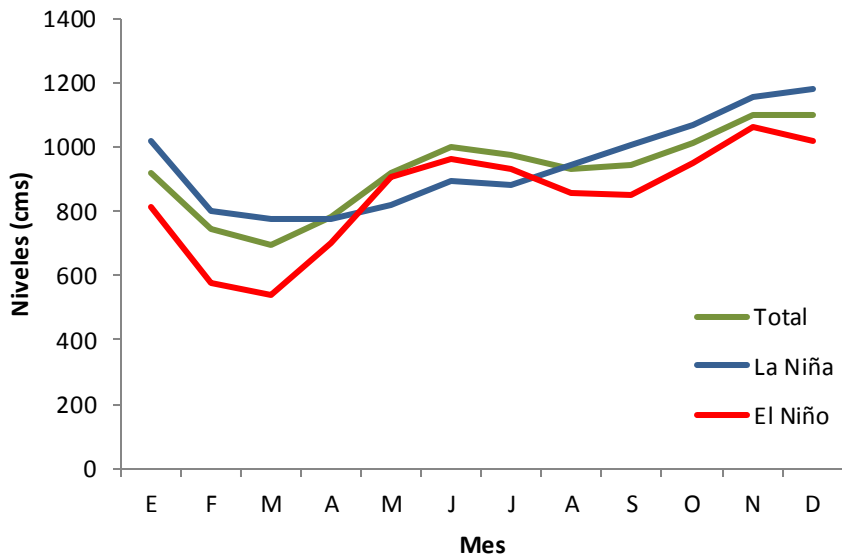
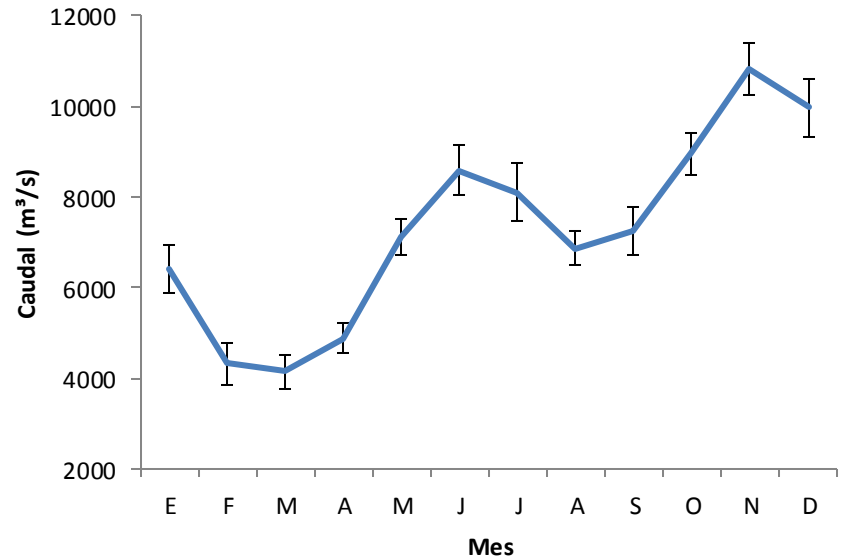
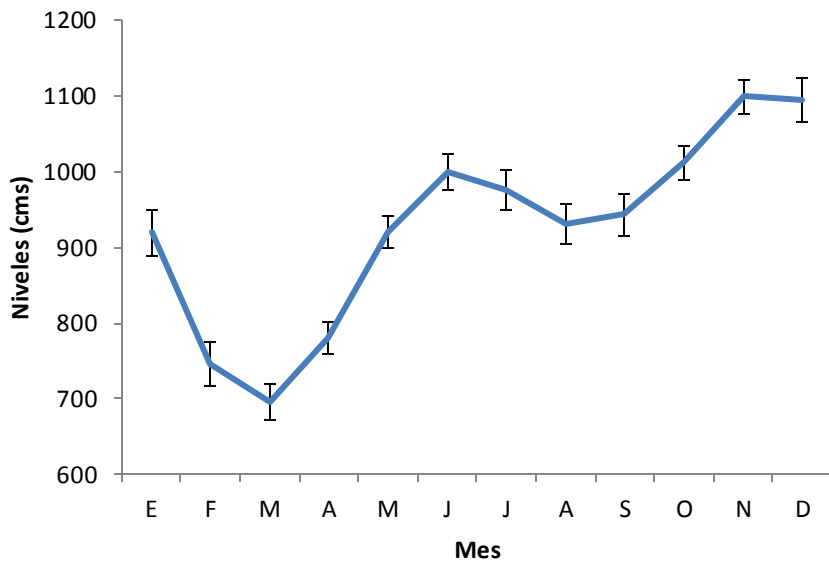


Fuente fotografías: propia

## Series de niveles de las estaciones limnimétricas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios  
Ambientales-IDEAM

Estación	Código	Variable	Ventana temporal	Coordenadas
Plato	25027450	Niveles Caudales	1976 – 2013	09 44 58,00 N 74 48 55,90 W



## Información de niveles y caudales en la Estación Plato

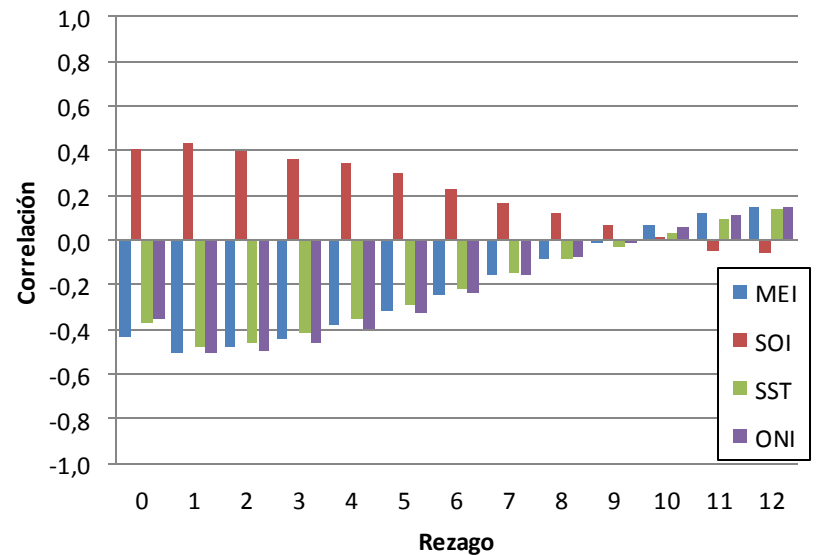
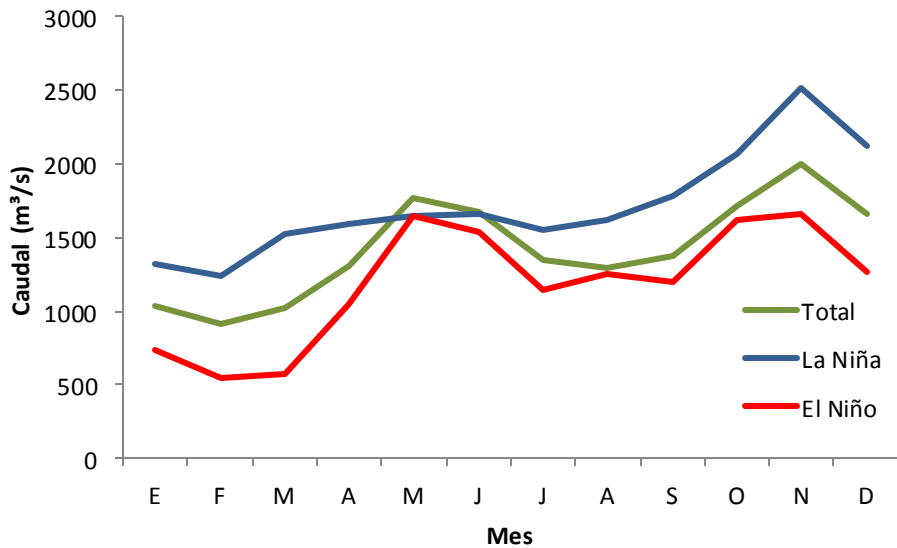
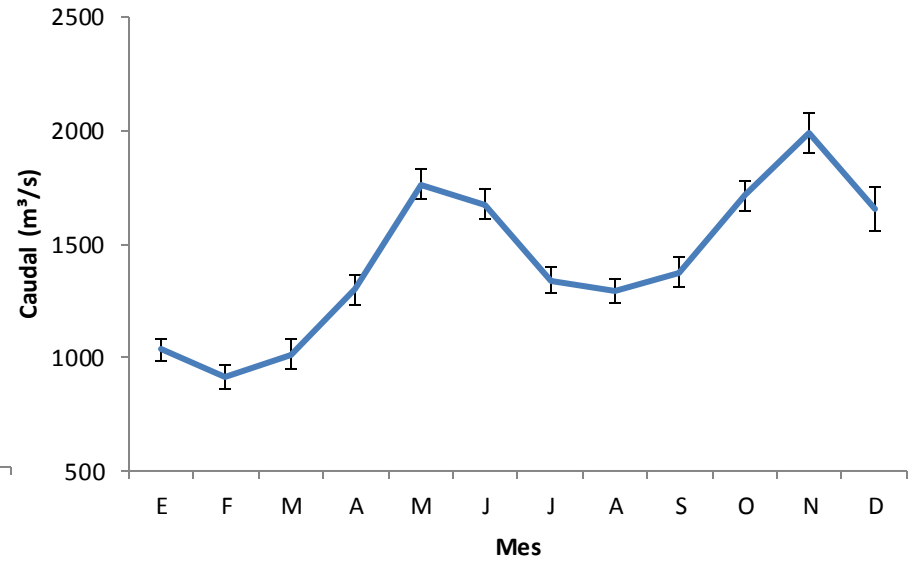
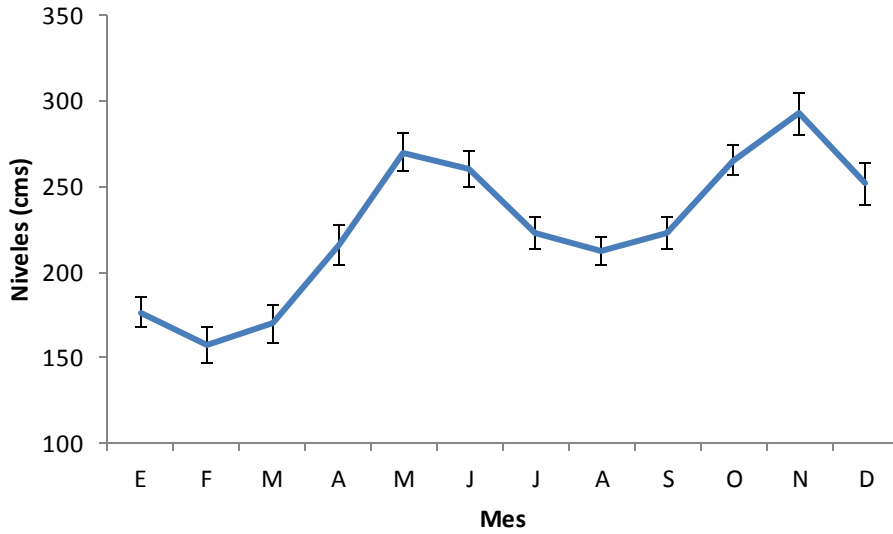
Estación automática



Fuente fotografías: propia

Estación	Código	Variable	Ventana temporal	Coordenadas
La Coquera	26247020	Niveles Caudales	1965 – 2014	7 57 43.70 N 75 11 37.30 W

**Series de niveles de las estaciones limnimétricas**  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM



## Información de niveles y caudales en la Estación La Coquera



# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN

Inclusión de herramientas participativas para el rescate de la memoria y la integración del conocimiento local



Búsqueda y recopilación de documentación  
Recorridos y transectos  
Entrevistas a pie y a grupos de interés  
Encuestas por hogar



Talleres con comunidad  
Talleres con grupos focales



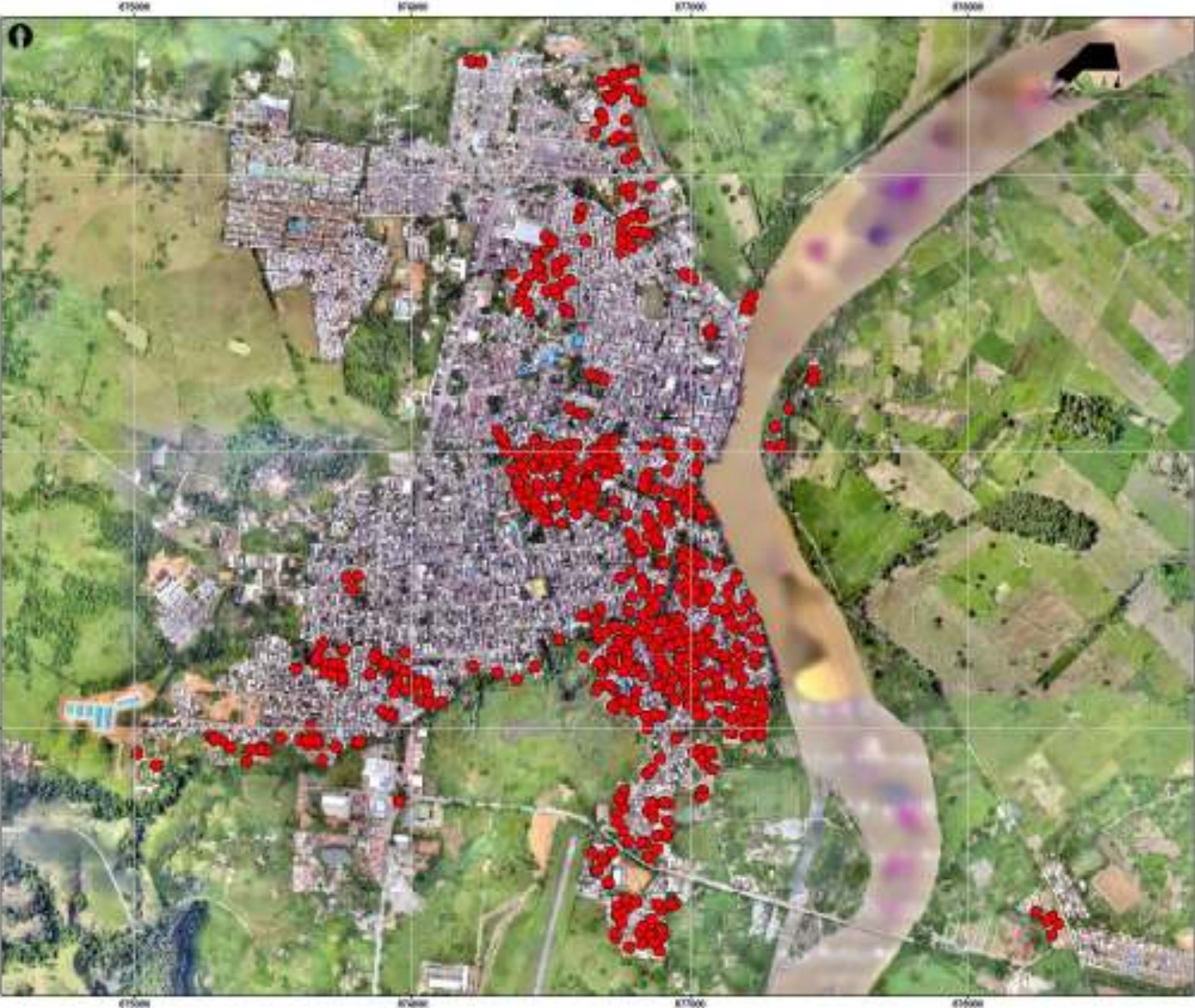
Mapeo participativo con comunidad  
Mapeo participativo con grupos de interés

# CONOCIMIENTO LOCAL : PLATO





# CONOCIMIENTO LOCAL: CAUCASIA



# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN

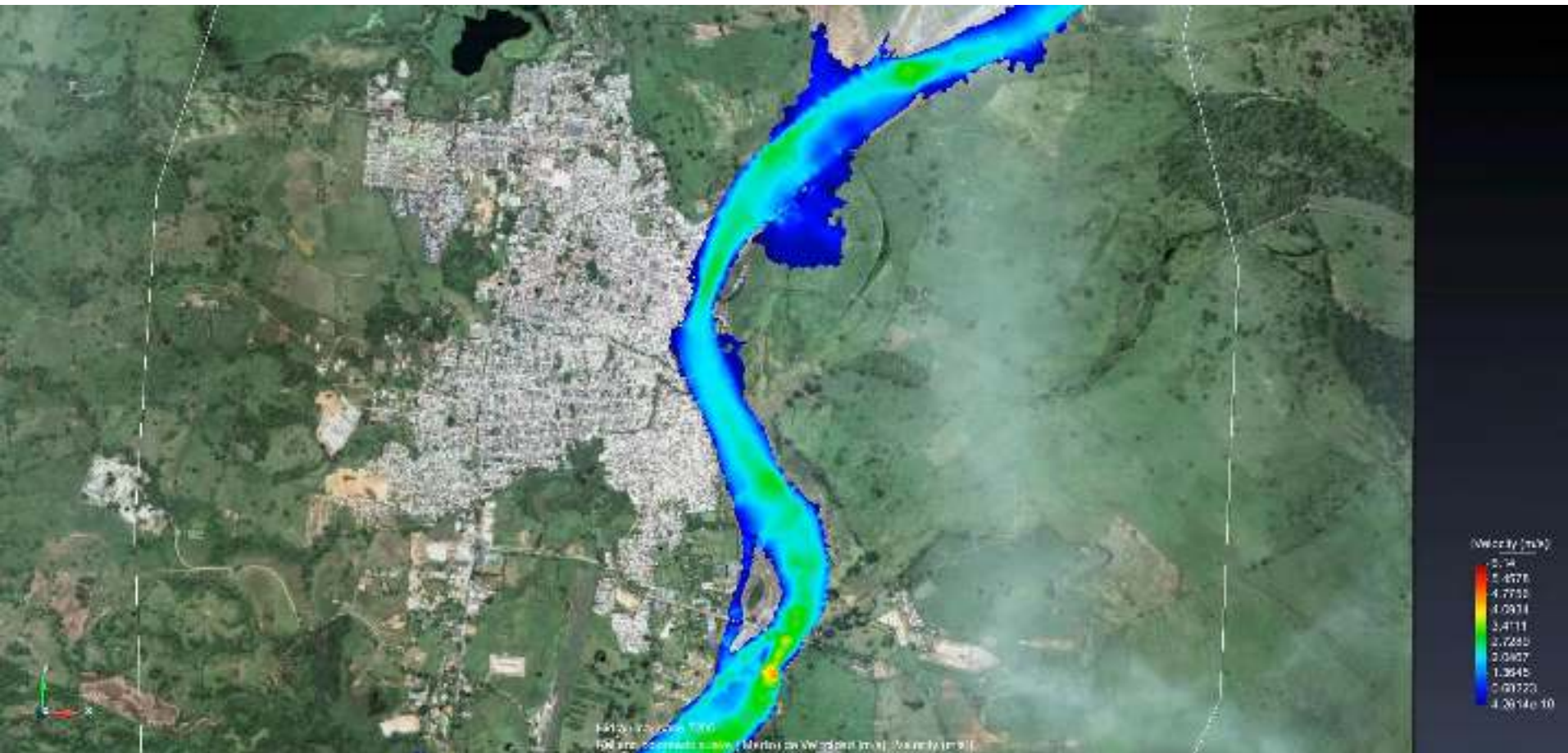
## Modelos hidrodinámicos:

Emplean las ecuaciones de momentum, conservación de la masa (continuidad) y la conservación de la energía para estimar el comportamiento del cauce.

- HEC-RAS: soluciona las ecuaciones en una dimensión (Brunner, 1997)
- IBER: soluciona las ecuaciones en dos dimensiones (Poupeau et al, 2010)

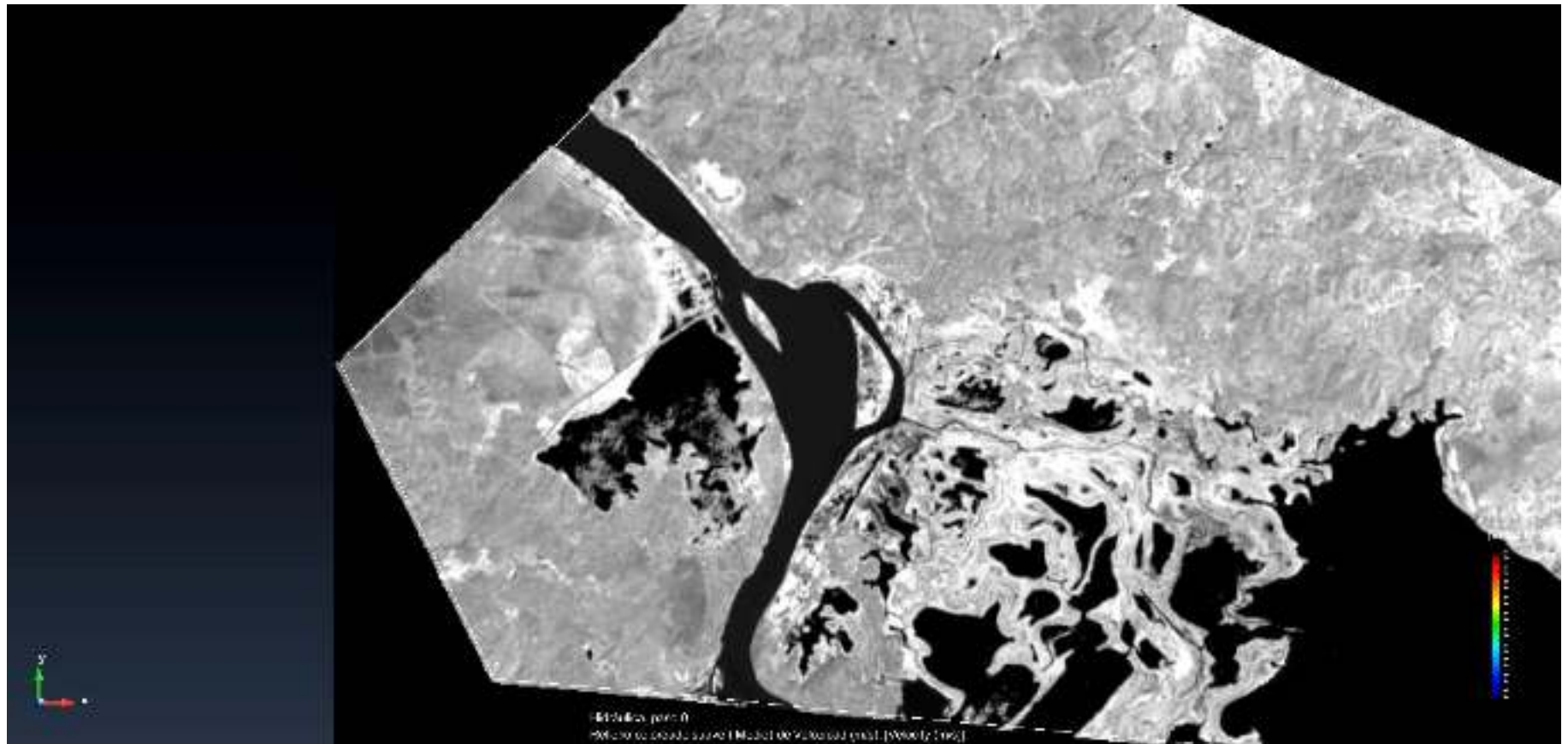


# SIMULACIÓN DE VELOCIDADES CON EL MODELO IBER



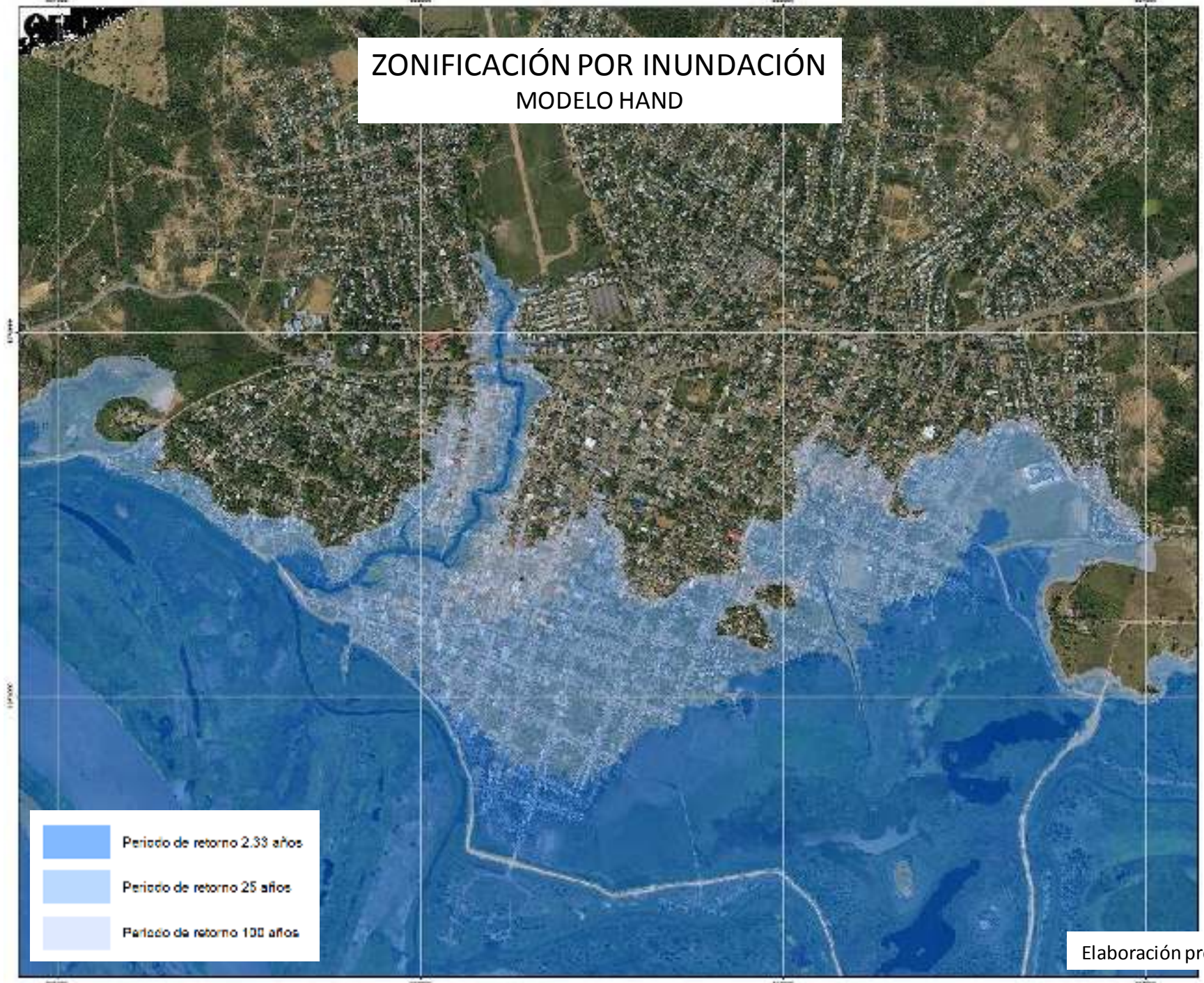
Fuente: Elaboración propia

# SIMULACIÓN DE VELOCIDADES CON EL MODELO IBER





# ZONIFICACIÓN POR INUNDACIÓN MODELO HAND



Elaboración propia

# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN

## Modelo integración social del conocimiento



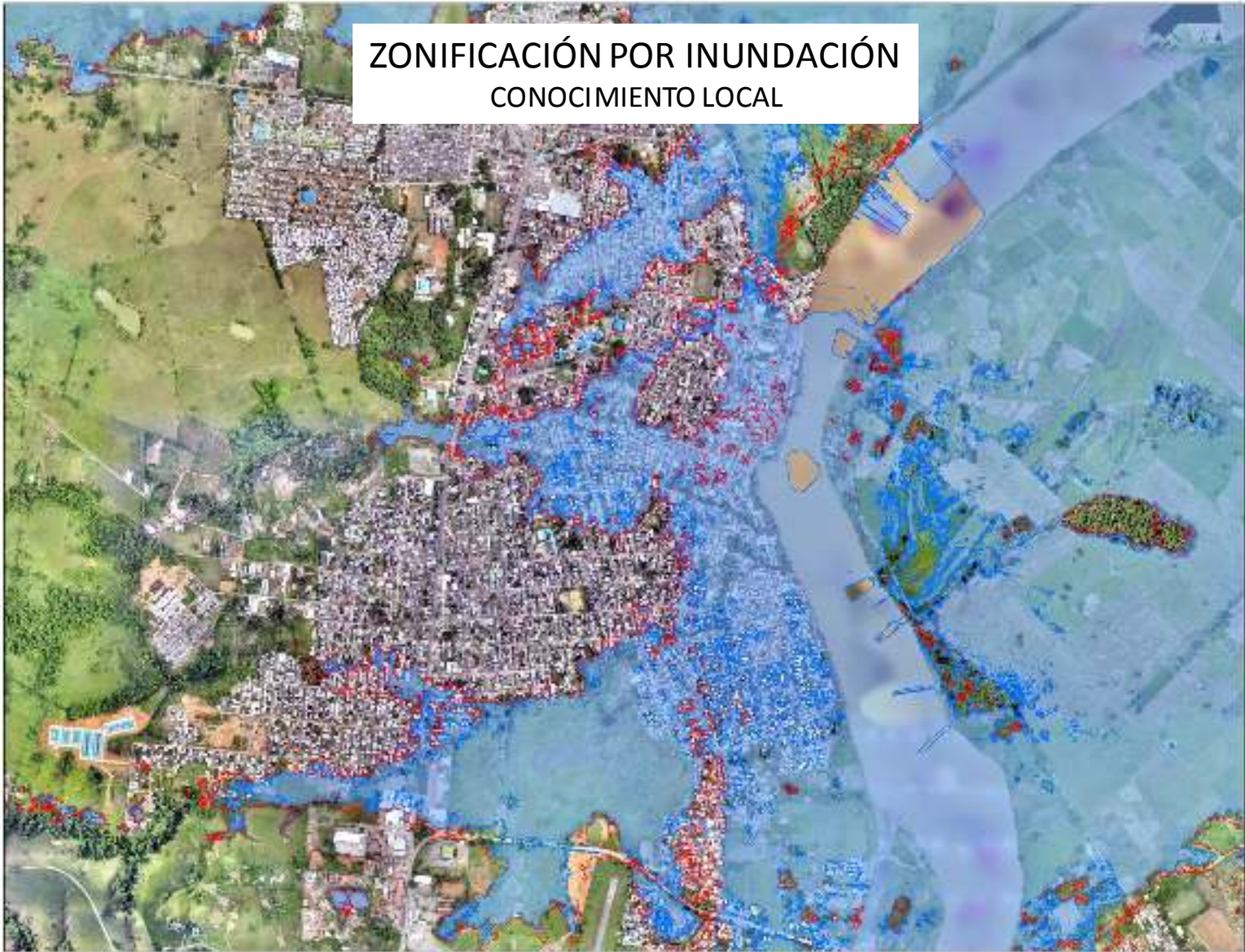


## ZONIFICACIÓN POR INUNDACIÓN CONOCIMIENTO LOCAL





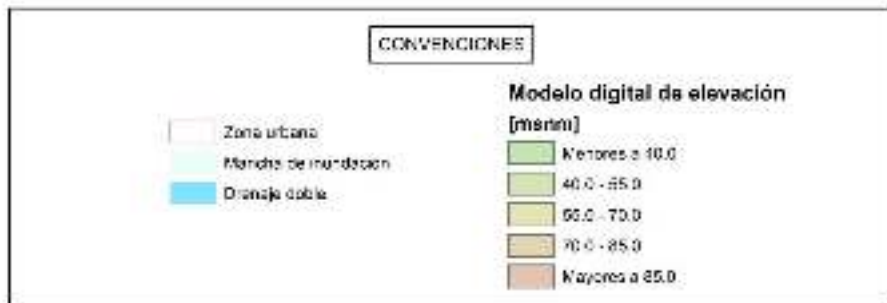
## ZONIFICACIÓN POR INUNDACIÓN CONOCIMIENTO LOCAL



Fuente: Elaboración propia



# Modelo geomorfológico



Fuente: Elaboración propia

# EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

## Consideraciones especiales







Influencias económicas por fuera del lugar

Influencias sociales por fuera del lugar

## VULNERABILIDAD

### Susceptibilidad

Condiciones sociales  
↕  
Condiciones ambientales

### Capacidades

Capacidades  
Capacidad de adaptación  
Robustez de ecosistemas

Adaptaciones

Resiliencia

Influencias ambientales por fuera del lugar

Influencias político-institucionales por fuera del lugar

Fuente: Adaptada de (Turner et al., 2003)





# Conocimiento del territorio



Caracterizar las zonas de estudio



Análisis de actores o grupos de interés

Presencia de las inundaciones a lo largo de la historia

## EL RÍO

# TERRITORIOS URBANOS

Desarrollo del perfil de las comunidades





# Metodología



- Encuesta en hogares
- Bases de datos SISBEN



- Análisis de correspondencias múltiples y clúster
- Elicitación



- Mapeo de vulnerabilidad
- Análisis de resultados



# Inclusión de herramientas participativas para la identificación de condiciones de vulnerabilidad





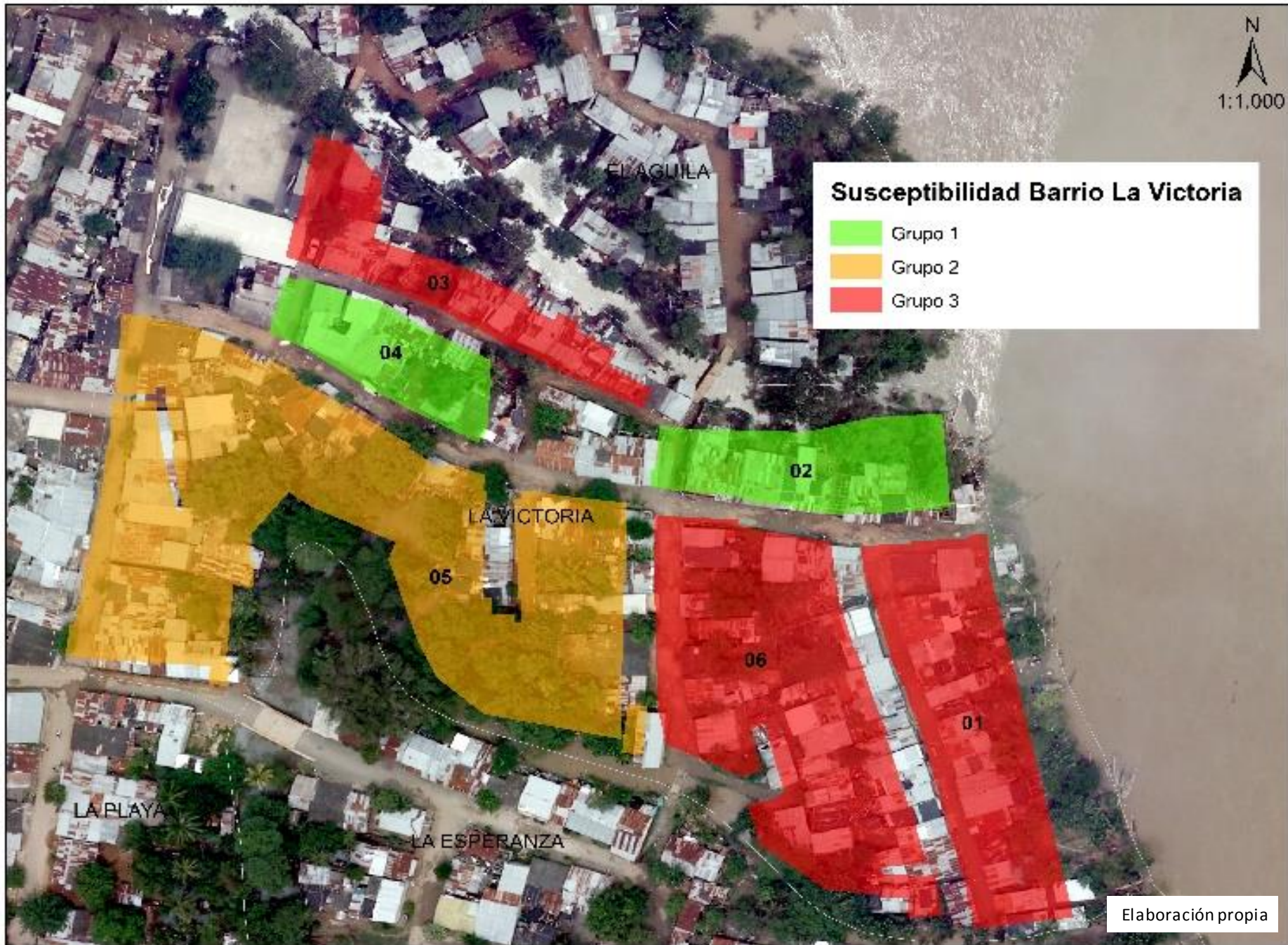
**3**  
**Alta**  
Guadua, caña, esterilla,  
otro vegetal, zinc, tela,  
cartón, latas, desechos,  
plásticos





### Susceptibilidad Barrio La Victoria

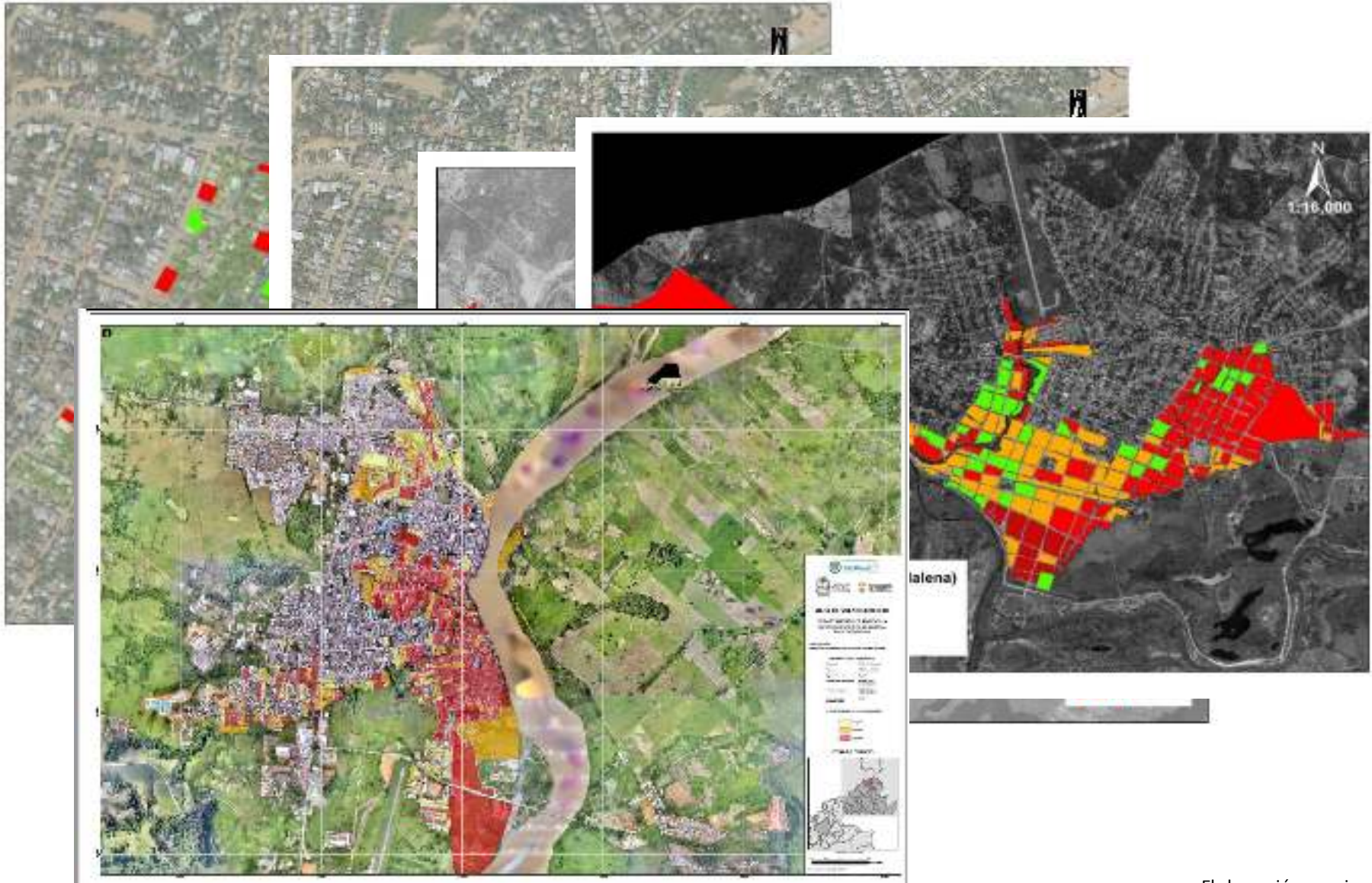
- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3

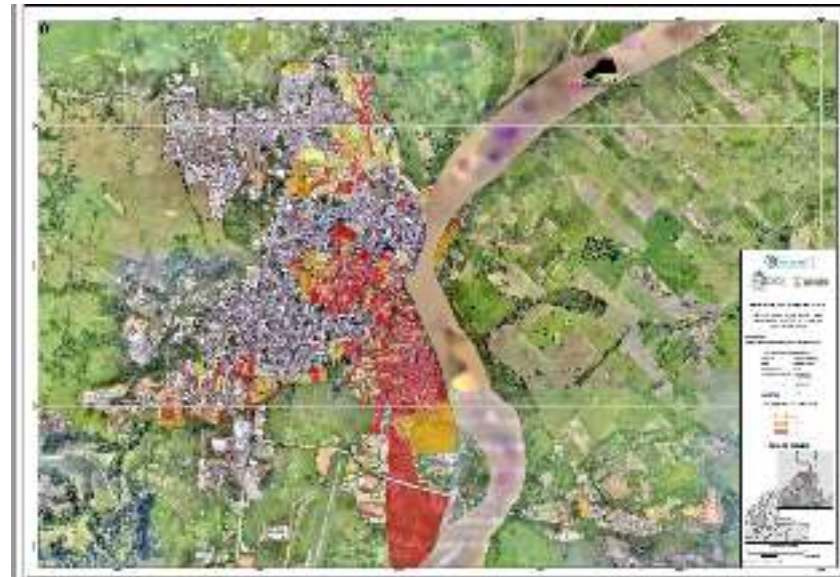












**RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD**



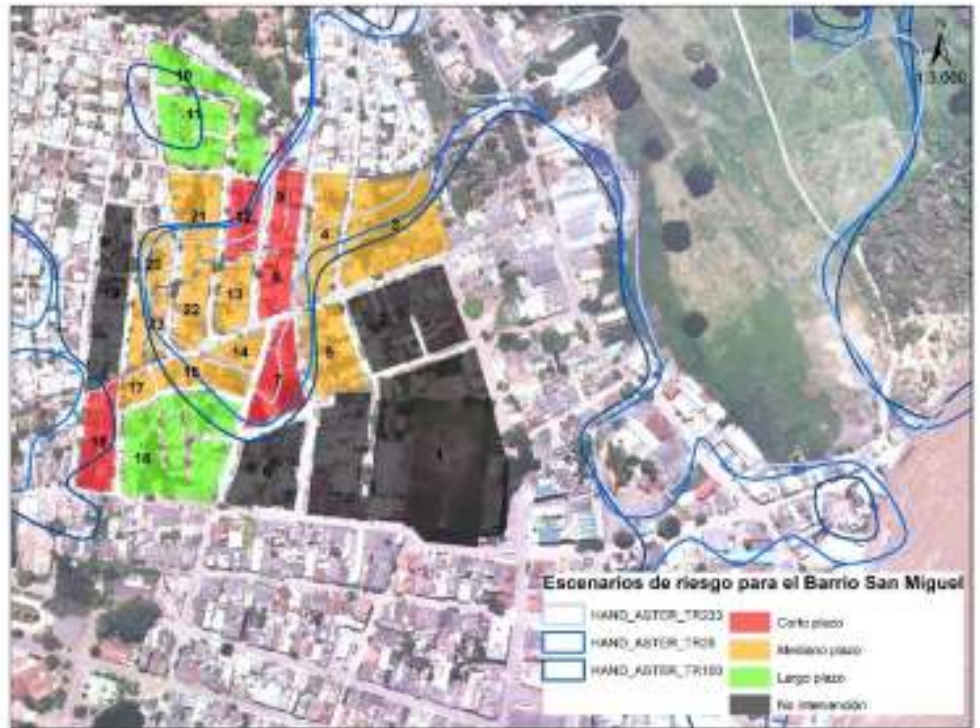
# EVALUACIÓN DEL RIESGO





Grupo vulnerabilidad	Período de retorno	Escenario de intervención
Grupo 3	2.33 años	Corto plazo
Grupo 2		Mediano plazo
Grupo 1		Mediano plazo
Grupo 3	25 años	Mediano plazo
Grupo 2		Mediano plazo
Grupo 1		Mediano plazo
Grupo 3	100 años	Largo plazo
Grupo 2		Largo plazo
Grupo 1		Largo plazo
Cualquiera	No hay riesgo	No intervención prioritaria

**EVALUACIÓN DEL RIESGO**



**Intervención prospectiva  
(prevención del riesgo)**

CORTO	MEDIANO	LARGO
Mejoramiento de canales de información sobre el riesgo		
Participación comunitaria y fomento de presupuestos participativos		
Educación ambiental		
Divulgación y promoción de normas de urbanismo y construcción		
Vigilancia y control de urbanismo y vivienda		
Reglamentación del uso del suelo en zonas no ocupadas		
Conservación de zonas protegidas por amenaza o riesgo		
Definición de zonas para la expansión urbana		
Reglamentación para futuros desarrollos urbanísticos		
Mejoramiento de condiciones sociales y económicas		
Establecimiento de sistemas de alerta temprana		
Prioridad en proyectos de agua potable, agua residual, control de vectores de enfermedades y gestión de residuos		
Aseguramiento y creación de fondos		
Creación de bancos de alimentos		
Capacitación y organización de la comunidad		

**Intervención correctiva  
(mitigación del riesgo)**

CORTO	MEDIANO
Recuperación de retiros y rondas hidráulicas	
Reasentamiento de población	
Mejoramiento de condiciones de habitabilidad viviendas	
	Reforzamiento estructural de infraestructura
	Reubicación de plantas físicas institucionales
Recuperación de microcuencas urbanas y suburbanas	
Recuperación de humedales	
Mantenimiento de diques y otras estructuras hidráulicas	
Reforestación de cuencas	
Ejecución de proyectos de reconstrucción	
Construcción de albergues dignos	

**CONVENCIONES**

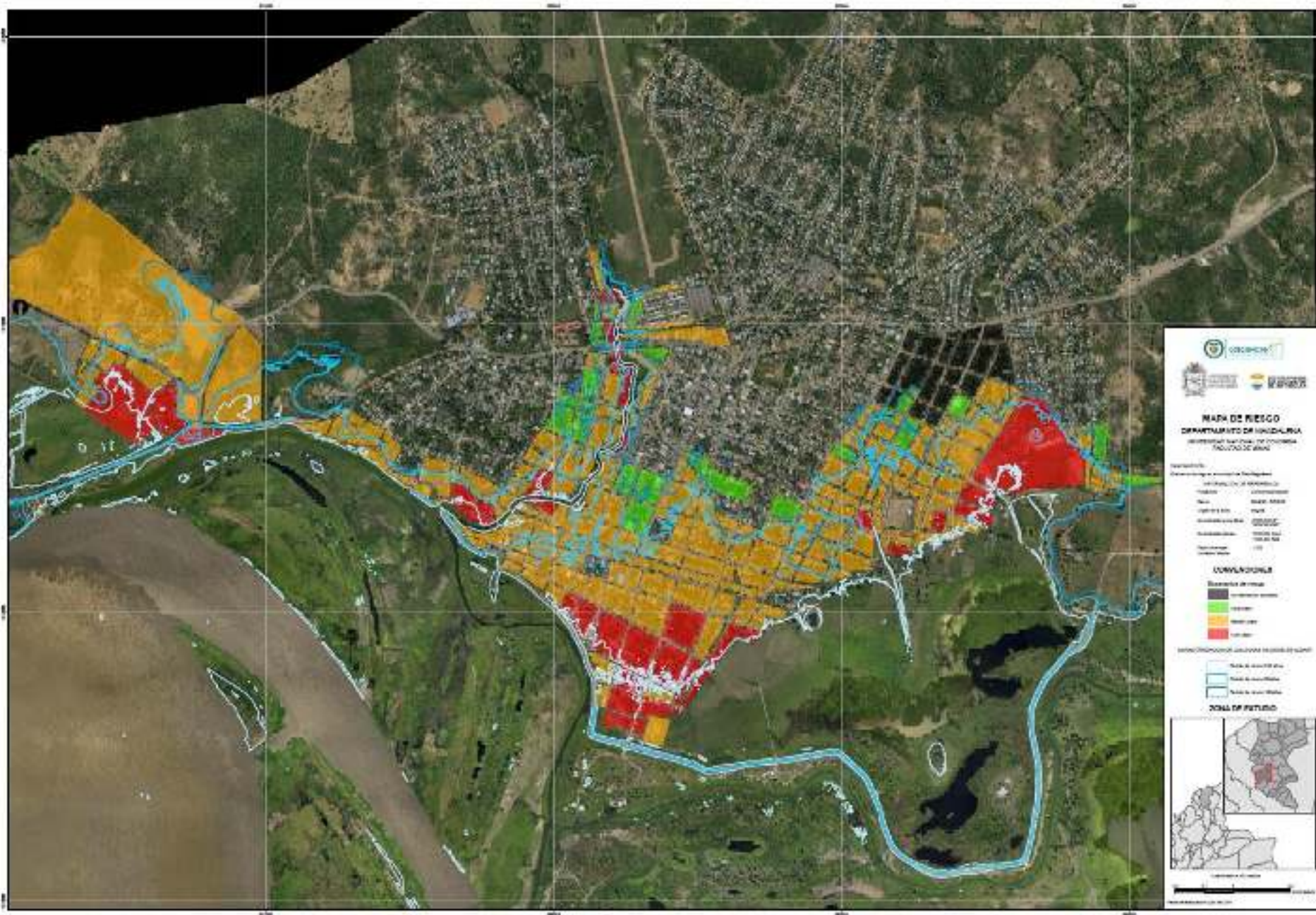
EXPOSICIÓN

SUSCEPTIBILIDAD

CAPACIDAD

## ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN EN RIESGO







**MAPA DE RIESGO**  
**DEPARTAMENTO DE HUILA - NEIVA**  
 INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES (COCODE)

Identificación:  
 Departamento de Huila - Neiva  
 Municipio de Neiva - Neiva  
 Fecha: 2023  
 Escala: 1:50,000  
 Proyección: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Sistema de Referencia: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Zona: 18N  
 Datum: WGS 84  
 Sistema de Referencia: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Zona: 18N

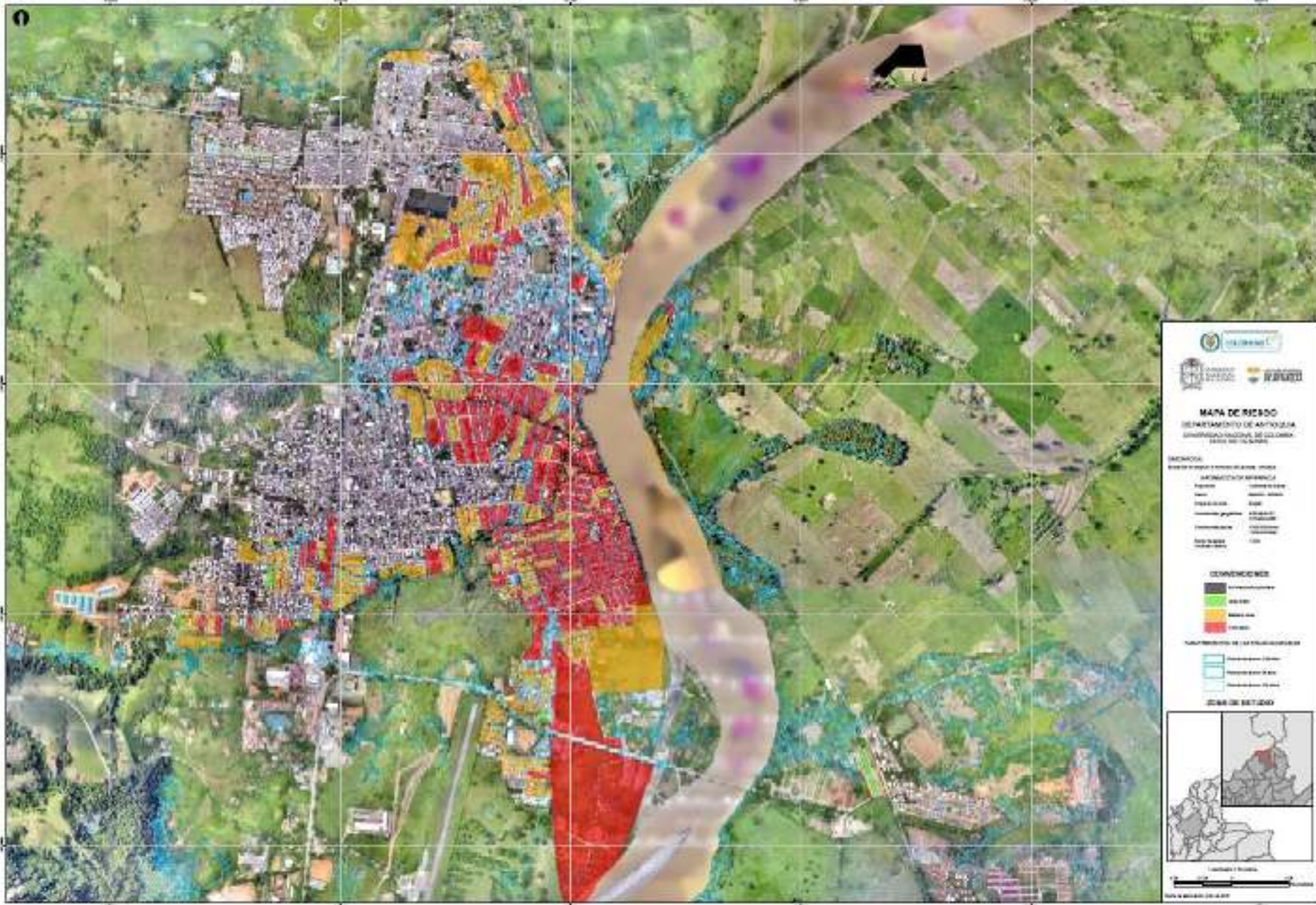
**LEYENDA**  
 Escalas de riesgo:  
 Alto (Red)  
 Medio (Naranja)  
 Bajo (Verde)

Límites de agua:  
 Límite de agua actual  
 Límite de agua futuro

**OTROS DATOS**  
 Escala gráfica: 0 100 200 300 400 500 metros







**MAÑA DE RIEBIO**  
 DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA  
 GOBIERNO NACIONAL DE COLOMBIA  
 ESTUDIO DEL RIESGO

**DESCRIPCION**  
 TIPO DE ESTUDIO: ESTUDIO DE RIESGO  
 ENTIDAD PROMOTORA: MUNICIPIO DE MAÑA DE RIEBIO  
 FECHA: 2018  
 ESCALA: 1:5000  
 COORDENADAS: UTM  
 PROYECTO: ESTUDIO DE RIESGO  
 FECHA DE ELABORACION: 2018

**LEYENDA**

**CONFINES**  
 - Confines del Municipio  
 - Confines de la UMEA  
 - Confines de la UMB  
 - Confines de la UMA

**TIPOLOGIA DE LOS TERRENIOS**  
 - Terreno plano  
 - Terreno inclinado  
 - Terreno montañoso

**ESTADO DEL RIESGO**  
 - Alto  
 - Medio  
 - Bajo

Escala 1:5000  
 Fuente: UMEA





**MUCHAS GRACIAS**

Institución Universitaria  
Vigilada por el Ministerio de Educación Nacional.  
[www.colmayor.edu.co](http://www.colmayor.edu.co)



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín

# REFERENCIAS

- Brunner, G. W. (1997). HEC-RAS (River Analysis System). In *North American Water and Environment Congress & Destructive Water* (pp. 3782-3787). ASCE.
- Corestein Poupeau, G., Bladé i Castellet, E., Cea, L., Lara, Á., Escolano, E., & Coll, A. (2010). Iber, a river dynamics simulation tool. In *GiD 2010-5th Conference on Advances and Applications of GiD* (pp. 47-50). Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).
- Pérez Mesa, G. J. (2014). Propuesta metodológica para la estimación de zonas de inundación con información escasa por medio de descriptores geomorfométricos derivados de modelos digitales de elevación.
- Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., Tomasella, J., & Waterloo, M. J. (2008). HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, 112(9), 3469-3481.
- Guha-Sapir, D., Vos, F., & Below, R. (2012). Annual Disaster Statistical Review 2011-The numbers and trends. (C. for R. on the E. of Disasters, I. of H. and S. (IRSS), & U. catholique de Louvain, Eds.). Bruselas, Bélgica.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (2015). EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Recuperado a partir de <http://www.emdat.be/database>





# REFERENCIAS

Corporación OSSO, & La Red. (2015). Sistema de inventario de efectos de desastres-DESINVENTAR. Cali-Colombia.

Corporación OSSO. (2015). Base de datos DAPARD, Colombia - Inventario de Desastres Antioquia. Cali, Colombia.

Turner, B., R. E. Kasperson, et al. 2003. «A framework for vulnerability analysis in sustainability science.» Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 100(14):8074-79.

Garthwaite P., Kadane J. y O'Hagan A., 2005, Statistical Methods for Eliciting Probability Distributions.

Tyshenko M., Elsaadany S., Oraby T., Darshan S., Aspinall W., Cooke R., Catford A., Krewski D., 2011, Expert Elicitation for the Judgment of Prion Disease Risk Uncertainties, Journal of toxicology and Environmental Health, parte A 74:261-285.

Mihai Niculita, 2012-06-24, Forum SAGA GIS. (Recuperado de <https://sourceforge.net/p/saga-gis/discussion/790705/thread/32283cc3/>)

Corestein Poupeau, G., Bladé i Castellet, E., Cea, L., Lara, Á., Escolano, E., & Coll, A. (2010). Iber, a river dynamics simulation tool. In GiD 2010-5th Conference on Advances and Applications of GiD (pp. 47-50). Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).



# GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento  
Olgalicia Palmett Plata  
Mayo de 2017

Institución Universitaria  
Vigilada por el Ministerio de Educación Nacional.  
[www.colmayor.edu.co](http://www.colmayor.edu.co)



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín