

**La República de Colombia  
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)  
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)  
Departamento de Cundinamarca  
Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)**

**Proyecto para el  
Fortalecimiento de la Capacidad  
de Manejo del Riesgo de Inundaciones  
en  
la República de Colombia**

**Informe de Conclusión**

**Julio 2018**

**Agencia de Cooperación Internacional de Japón  
(JICA)**

**Oriental Consultants Global Co., Ltd.  
Pacific Consultants Co., Ltd.**

<b>GE</b>
<b>JR</b>
<b>18-102</b>

**La República de Colombia  
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)  
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)  
Departamento de Cundinamarca  
Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)**

**Proyecto para el  
Fortalecimiento de la Capacidad  
de Manejo del Riesgo de Inundaciones  
en  
la República de Colombia**

**Informe de Conclusión**

**Julio 2018**

**Agencia de Cooperación Internacional de Japón  
(JICA)**

**Oriental Consultants Global Co., Ltd.  
Pacific Consultants Co., Ltd.**

# ÍNDICE

## Abreviaturas

## Área de trabajo

<b>1. Información básica sobre el proyecto.....</b>	<b>1</b>
1.1. País objetivo .....	1
1.2. Título del proyecto .....	1
1.3. Duración del proyecto .....	1
1.4. Perfil del Proyecto.....	1
1.5. Meta Superior y Objetivo del Proyecto .....	2
1.6. Instituciones relacionadas .....	3
<b>2. Resultados del proyecto.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Resultados del proyecto.....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Insumos de parte japonesa (proyectado y real) .....	4
2.1.2. Insumos de parte colombiana .....	5
2.1.3. Actividades (proyectado y real) .....	9
2.1.3.1. Trabajos relacionados con todo el proyecto .....	13
2.1.3.2. Trabajos relacionados con Resultado 1: “Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas”.....	15
2.1.3.3. Trabajos relacionados con el Resultado 2: “Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la transmisión de información para organizaciones involucradas”.....	25
2.1.3.4. Trabajos relacionados con el Resultado 3: “Se aclaran y fortalecen las funciones y responsabilidades del Gobierno Nacional, Departamental y Municipal relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones” .....	29
2.1.3.5. Trabajo relacionado con el Resultado 4: Se fortalece la capacidad de la planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de la gestión integral del riesgo de inundaciones.....	39
2.1.3.6. Trabajos para todos los periodos del proyecto .....	53
2.1.3.7. Otros trabajos.....	65
<b>2.2. Logros del proyecto.....</b>	<b>67</b>
2.2.1. Resultados e indicadores (el valor de meta y el grado de cumplimiento al finalizar el proyecto) .....	67
2.2.2. El objetivo del proyecto y los indicadores (el valor de meta y el grado de cumplimiento al finalizar el proyecto) .....	76
<b>2.3. Historial de la modificación de PDM .....</b>	<b>78</b>
<b>3. Resultados de la revisión conjunta .....</b>	<b>79</b>
3.1. Resultados de la revisión basado en los estándares de Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) .....	79
3.2. Factores claves que afectan la implementación y los resultados.....	82
3.3. Evaluación de los resultados de la gestión del riesgo en el proyecto.....	84
3.4. Lecciones aprendidas.....	84
<b>4. Para el logro de la meta superior después de la conclusión del proyecto ....</b>	<b>86</b>
4.1. Perspectivas para lograr la meta superior.....	86
4.2. Plan de operación y estructura de implementación de la parte colombiana para lograr la meta superior.....	86
4.3. Recomendaciones para la parte colombiana .....	87
4.4. Plan de monitoreo desde la conclusión del proyecto hasta la evaluación pos-proyecto.....	87

## Apéndices

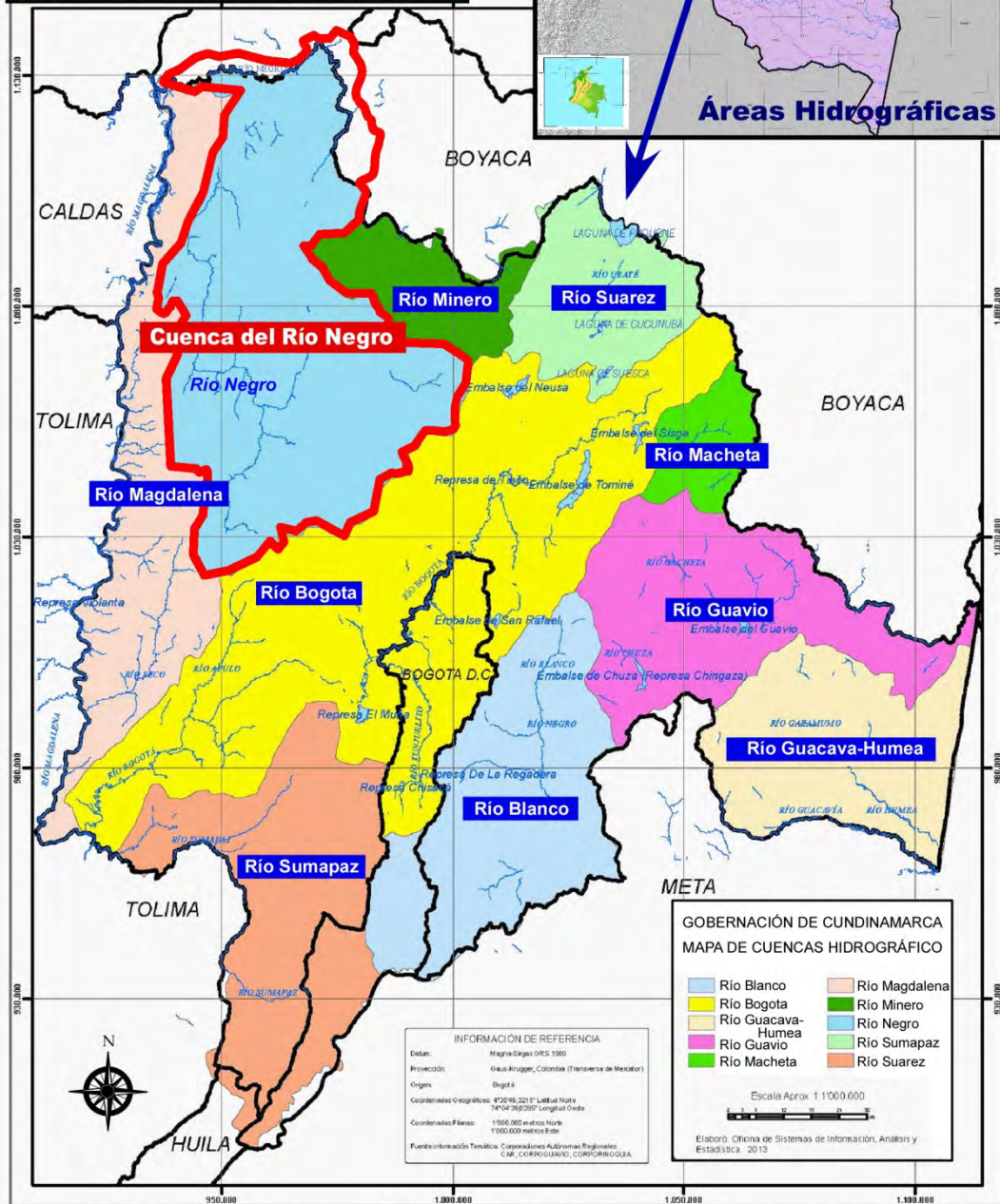
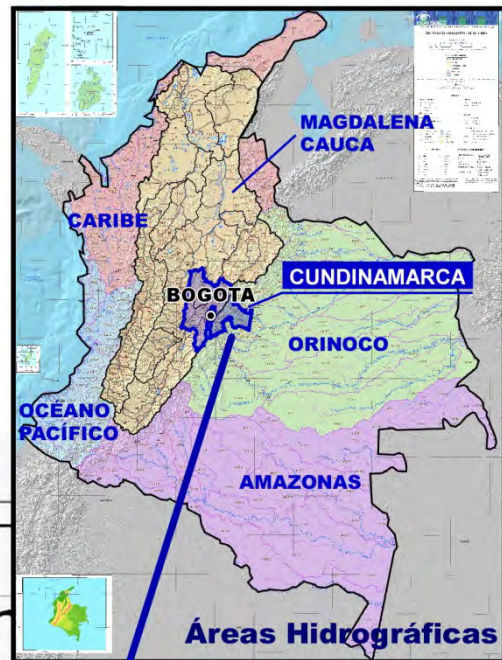
Apéndice-1	Lista de materiales recolectadas .....	A1-1
Apéndice-2	Lista de talleres .....	A2-1
Apéndice-3	Resultado del estudio de línea base .....	A3-1
Apéndice-4	Resultado 2, recomendaciones sobre la alerta temprana de inundaciones .....	A4-1
Apéndice-5	Resultado 3, recomendaciones sobre la repartición de responsabilidades .....	A5-1
Apéndice-6	IFMP-RP del Río Magdalena (plan provisional) .....	A6-1
Apéndice-7	Plan de trabajo para la formulación IFMP-RP (plan principal) para el Río Magdalena .....	A7-1
Apéndice-8	IFMP-SZ (plan provisional) en la cuenca de Río Negro .....	A8-1
Apéndice-9	Plan de trabajo para la formulación de IFMP-SZ (plan principal) en la cuenca de Río Negro .....	A9-1
Apéndice-10	Guía para la formulación del IFMP-RP .....	A10-1
Apéndice-11	Guía para la formulación del IFMP-SZ .....	A11-1
Apéndice-12	Nota de resumen del proyecto .....	A12-1
Apéndice-13	Hojas de monitoreo .....	A13-1
Apéndice 13-2	Encuestas utilizadas para la evaluación del grado de cumplimiento del objetivo del proyecto y los resultados del proyecto .....	A13-2-1
Apéndice-14	M/M de CCC .....	A14-1
Apéndice-15	R/D, M/M .....	A15-1
Apéndice-16	Envío realizado de los expertos japoneses .....	A16-1



## Abreviaturas

C/P	Contraparte
CAD	Comité de Ayuda al Desarrollo
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CARMAC	Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca
CCC	Comité de Coordinación Conjunta
CIRMAG	Centro de Investigación Científica del Río Magdalena Alfonso Palacio Rudas
COP	Peso Colombiano
CORMAGDALENA	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena
CORPOBOYACA	Corporación Autónoma Regional de Boyacá
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DEM	Modelo Digital de Elevación (siglas en inglés)
DGIRH	Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico
DHI	Instituto hidráulico danés (siglas en inglés)
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DRR	Reducción de Riesgo de Desastres (siglas en inglés)
DTM	Modelo Digital del Terreno (siglas en inglés)
EM-DAT CRED	Base de Datos de Eventos de Emergencia, Centro de Investigación Sobre la Epidemiología de los Desastres (siglas en inglés)
ESRI	Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales (siglas en inglés)
GRD	Grupos Relacionados por el Diagnóstico
HEC HMS	Centro de Ingeniería Hidrológica Sistema de Modelado Hidrológico (siglas en inglés)
HEC RAS	Sistema de Análisis de Río de Centro de Ingeniería Hidrológica (siglas en inglés)
IC/R	Informe Inicial (siglas en inglés)
ICHARM	Centro Internacional de Gestión de Riesgo de Agua (siglas en inglés)
ICUU	Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IFAS	Sistema de Análisis Integrado de la Inundación (siglas en inglés)
IFMP	Plan de Gestión Integral del Riesgo de Inundaciones (siglas en inglés)
IFMP-RP	Plan de Gestión Integral del Riesgo de Inundaciones (siglas en inglés) - Río Principal
IFMP-SZ	Plan de Gestión Integral del Riesgo de Inundaciones (siglas en inglés) - Subzona
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón (siglas en inglés)
JPY	Yen Japonés
MADS	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

MLIT	Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Japón (siglas en inglés)
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
PDM	Matriz de Diseño de Proyectos (siglas en inglés)
PICC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
PMA	Plan Maestro de Aprovechamiento del Río Magdalena
POD	Plan de Ordenamiento Departamental
POMCA	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
TIC	Centro Internacional Tokio JICA (siglas en inglés)
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UNISDR	Naciones Unidas Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (siglas en inglés)
USACE	Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU (siglas en inglés)
USGS	Servicio Geológico de Estados Unidos (siglas en inglés)



Área de Trabajo

# 1. Información básica sobre el proyecto

## 1.1. País objetivo

Colombia

El área objetivo del proyecto piloto es la cuenca de Río Negro en el Departamento de Cundinamarca (la ubicación detallada se encuentra en la página v).

## 1.2. Título del proyecto

Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo del Riesgo de Inundaciones en la República de Colombia

## 1.3. Duración del proyecto

Duración proyectada : Julio 2015 – Julio 2018

Duración realizada : Igual que arriba

## 1.4. Perfil del Proyecto

La República de Colombia (Superficie: 1.141.748 km<sup>2</sup> Población: aprox. 47,1 millones de habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Estimación 2013)) está ubicada en la franja volcánica de los Andes, contando con grandes ríos y presentando vulnerabilidades ante desastres meteorológicos y naturales. Durante el fenómeno de La Niña entre los años 2010 y 2013, 28 de los 32 Departamentos en Colombia fueron afectados por inundaciones y deslizamientos provocados por lluvias intensas de gran magnitud, dejando un saldo histórico de 2,3 millones de habitantes damnificados (5% de la población nacional) y 26 billones de Pesos Colombianos (1,26 billones de Yenes<sup>1</sup>) en atención y rehabilitación. 9 de los 10 desastres naturales mayores en las últimas 2 décadas son inundaciones y la población damnificada alcanza los 8 millones de habitantes. (EM-DAT CRED. 2014). Es por ello que las inundaciones son los desastres más frecuentes y de gran magnitud de daños en la República de Colombia.

En respuesta, el Gobierno colombiano promulga el Decreto 4147 de 2011 por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), la Ley 1523 de 2012 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres, se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) y se dictan otras disposiciones. El Decreto 1640 de 2012, por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. La Resolución 1907 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en el que se establecen los lineamientos para la ordenación ambiental de cuencas hidrográficas mediante la Guía para la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA). El Decreto 1807 de 2014 por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y se dictan otras disposiciones; entre otras normativas para acelerar los esfuerzos de prevención y reducción mediante la introducción de la Gestión del Riesgo de Desastres en la planificación regional.

---

<sup>1</sup> 1 COP= 0.04836JPY (tasa reportada por el Banco de Japón en Agosto 2015)

Sin embargo, debido a la situación prolongada en la que se definía la gestión del riesgo como parte de la gestión ambiental, las competencias relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones en las instituciones al nivel Nacional, Departamental y Municipal actualmente no son suficientemente organizadas, y las actividades relacionadas con la gestión de riesgos de inundaciones no están siendo implementadas de manera eficaz. Esto genera problemas, como el intercambio insuficiente de los datos de observación y la falta de mantenimiento y de una administración apropiada de la infraestructura de observación. Así mismo, las responsabilidades relacionadas con la observación hidrológica y meteorológica, además de la publicación de pronósticos y alertas son del Instituto Nacional de Estudios Ambientales (IDEAM) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, pero los resultados de la observación no están siendo suficientemente aprovechados en el pronóstico, de alerta, y la formulación de planes de infraestructuras de medida contra inundaciones. Para responder a estos retos actuales, se precisa la organización de responsabilidades relacionadas con la gestión de riesgos de inundaciones, el mecanismo amplio para la evaluación de riesgo, pronósticos y alertas tempranas, y la formulación de planes de ordenación de ríos. Sumado a ello, existe el desafío de preparar mecanismos de formulación de planes de ordenación de ríos consistentes a nivel de cuencas.

Por lo mencionado, en el año 2013, el Gobierno de Colombia solicita un proyecto con el objetivo de fortalecer el SNGRD a través de medidas contra desastres meteorológicos, desastres en taludes e inundaciones, siendo esta solicitud aprobada por Japón. Sin embargo, debido al amplio alcance del proyecto, se verificó entre partes, la idea de dar importancia a la implementación del proyecto enfocando el tipo de desastre a las inundaciones, que dejan los mayores daños en Colombia. JICA realizó 2 Estudios para la formulación del plan en detalle en julio y octubre de 2014, para afinar los contenidos de la cooperación. Como resultado, ambas partes acordaron implementar el presente proyecto, suscribiendo el Registro de Discusiones (R/D) para la implementación, en fecha del 20 de Abril de 2015.

## 1.5. Meta Superior y Objetivo del Proyecto

Meta Superior: La reducción del riesgo de inundaciones en Colombia

Objetivo del Proyecto: Fortalecer las capacidades de las instituciones colombianas para la gestión del riesgo de inundaciones.

Resultados esperados:

- Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas.
- Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).
- Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidad del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones (principalmente para UNGRD e IDEAM)
- Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.

## Resumen de actividades:

Se describe el resumen de los trabajos en la Figura 1.1.

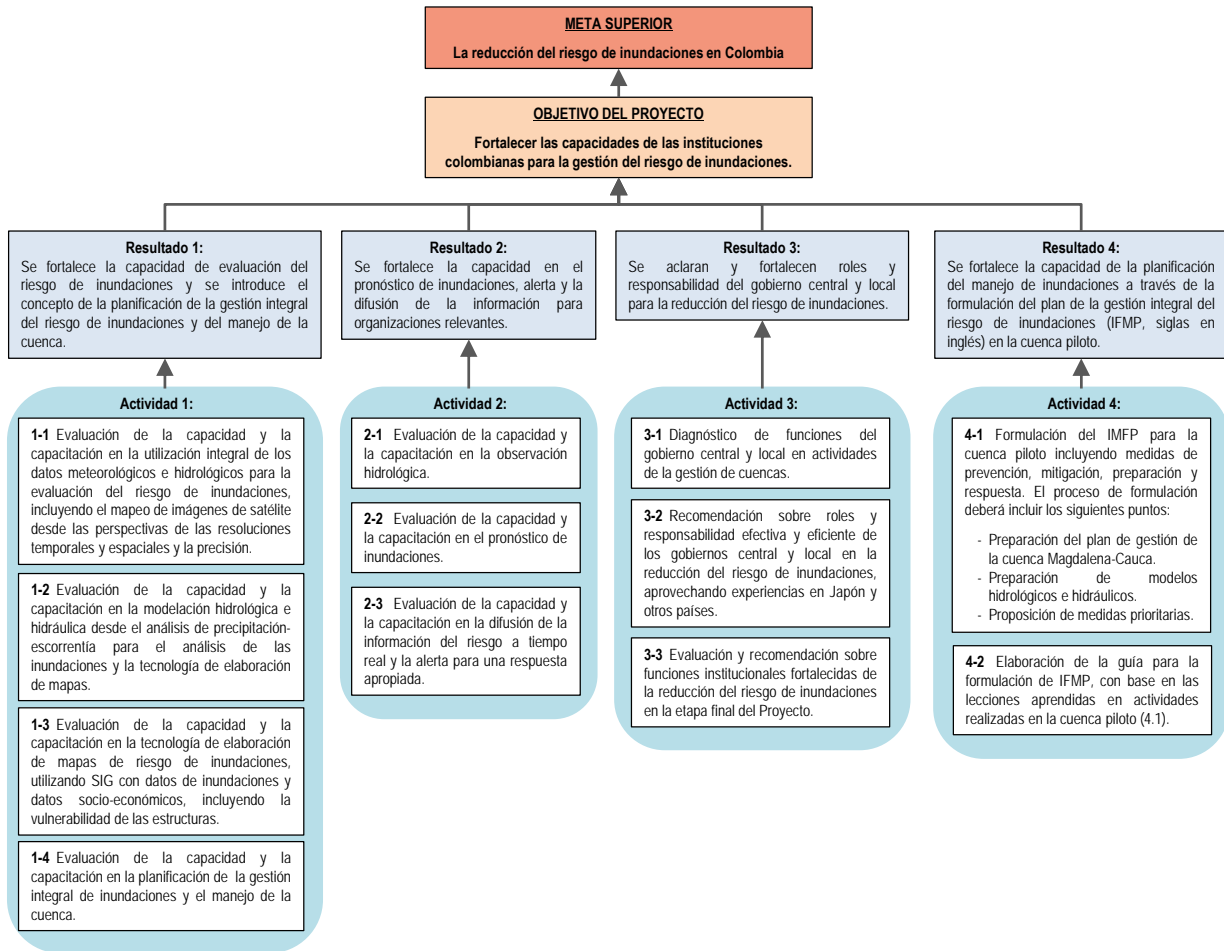


Figura 1.1 Resumen de trabajos

## 1.6. Instituciones relacionadas

### Instituciones ejecutoras

- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

### Instituciones cooperantes

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)
- Departamento de Cundinamarca
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

Las 5 instituciones mencionadas, serán denominadas Instituciones de Contraparte (C/P)

## 2. Resultados del proyecto

### 2.1. Resultados del proyecto

#### 2.1.1. Insumos de parte japonesa (proyectado y real)

##### Equipo de expertos japoneses

Se anexa la comparación entre el envío previsto y el envío realizado de los expertos japoneses en Apéndice-16. A continuación se presenta la tabla de logros de envío de expertos japoneses.

Tabla 2.1 Envío de expertos japoneses

Nombre y apellido	Responsabilidad	Hombre/mes
<b>Trabajo en Colombia</b>		
Kenji Morita	Jefe Asesor / Gestión del Riesgo de Inundaciones (1)	10.37
Kazunori Inoue	Vicejefe Asesor / Gestión del Riesgo de Inundaciones (2) / Hidrología, Hidráulica y Pronóstico de Inundaciones	5.30
Masaki Todo	Plan de río	6.83
Masahito Fujimoto	Difusión de Información de Alertas y Evacuación	3.67
Akihiro Furuta	Mapeo de Riesgo de Inundaciones, Evaluación de riesgo de Inundaciones y SIG	4.00
Hirotsada Hasegawa	Políticas de Gestión del Riesgo de Desastres	2.17
Takeshi Katayama	Políticas de Gestión del Riesgo de Desastres	1.67
Subtotal		34.00
<b>Trabajo en Japón</b>		
Kenji Morita	Jefe Asesor / Gestión del Riesgo de Inundaciones (1)	1.10
Kazunori Inoue	Vicejefe Asesor / Gestión del Riesgo de Inundaciones (2) / Hidrología, Hidráulica y Pronóstico de Inundaciones	0.15
Masaki Todo	Plan de río	0.50
Subtotal		1.75
Total		35.75

##### Adquisición de equipos y materiales

A continuación se presenta la tabla de equipos y materiales ya adquiridos/transferidos acordados en R/D y equipos autorizados en el Contrato de implementación de trabajo.

Tabla 2.2 Equipos y materiales

Nombre de equipo (Ítem de R/D)	Número	Estado de adquisición/transferencia	Precio
Equipos acordados en R/D			
Computador escritorio /portátil	2	2 unidades adquiridas en agosto 2015 y transferidas a IDEAM en junio 2018	2,469,000 COP/unidad (119,401JPY/unidad)



Fotocopiadora multifuncional (impresora/fotocopiadora)	2	1 unidad adquirida en agosto 2015 y transferidas a IDEAM en junio 2018 (No se adquirirán unidades adicionales)	10,400,000 COP (502,944JPY)
Impresora de tinta a color	2	1 unidad adquirida en agosto 2015 y transferidas a IDEAM en junio 2018 (No se adquirirán unidades adicionales)	630,000 COP (30,467JPY)
Software de análisis hidrológico	2	2 unidades adquiridas en febrero 2016 y transferidas a IDEAM en junio 2018	0 JPY (Software libre)
Software SIG	2	2 unidades adquiridas en febrero 2016 y transferidas a IDEAM en junio 2018	636,398 US\$ <sup>2</sup> /unidad (789,134JPY/unidad)
Equipos no acordados en R/D pero autorizados en el Contrato de implementación de trabajo			
Computador escritorio / portátil	1	1 unidad adquirida en agosto 2015 y transferidas a IDEAM en junio 2018 (No se adquirirán unidades adicionales)	2,469,000 COP/unidad (119,401JPY/unidad)

## 2.1.2. Insumos de parte colombiana

### Participación en el proyecto

Para realizar las actividades del proyecto, cada C/P asignó personas principales. La siguiente tabla muestra el insumo de personas principales de cada C/P según periodo de actividad del proyecto en Colombia en la Figura 2.1. El periodo de actividad del proyecto en Colombia se coincide con el periodo de monitoreo periódico en el proyecto (Numeral 2.1.3.6(19) incluye los detalles del monitoreo).

Entidad/Nombre	2015.10 ~ 2015.11	2016.2 ~ 2016.3	2016.5 ~ 2016.8	2016.10 ~ 2016.11	2017.2	2017.4 ~ 2017.8	2017.9 ~ 2018.3
<UNGRD>							
Julio González							
Lina Dorado							
Joana M. Pérez							
<IDEAM>							
Fabio Bernal							
María Constanza Rosero							
<CAR>							
Milena Castillo							
Rafael Robles							
Maryeny Caraballo							
Juan Carlos Loanza							
Fernando Ospina							
Oscar Santos							

<sup>2</sup> 1US\$=124JPY (tasa de cambio reportado por el Banco de Japón en Agosto, 2015)



Entidad/Nombre	2015.10 ~ 2015.11	2016.2 ~ 2016.3	2016.5 ~ 2016.8	2016.10 ~ 2016.11	2017.2	2017.4 ~ 2017.8	2017.9 ~ 2018.3
<Department of Cundinamarca>							
Jaime Matiz							
William Barreto							
María Cristina Rúa							
Wilson García							
Magda Yamile Rúa							
<MADS>							
Yolanda Calderón							
Luz Francy Navarro							
Sergio Salazar							
Linda Irene Gómez							

Figure 2.1 Insumo de las personas principales de C/P

La participación de otros miembros de C/P se encuentra en la lista de talleres en apéndice-2.

### Capacitaciones especiales en Japón

Esta sección presenta las listas de participantes y detalles de su participación de las 3 series de capacitaciones especiales en Japón realizadas durante el proyecto.

El propósito de las 3 series de capacitaciones especiales era “profundizar el conocimiento acerca de la situación actual de la gestión de inundaciones y ríos en Japón para utilizarlo no solamente en las actividades del proyecto sino también en la formulación futura de estrategias para la gestión de inundaciones y ríos en Colombia”. Numeral 2.1.3.6(16) “Capacidades especiales en Japón” muestra los detalles de las capacitaciones.

Tabla 2.3 Resumen de la primera serie de capacitaciones especiales en Japón (noviembre-diciembre 2015)

Entidad	CARGO	Nombres y apellidos	Estadía	Lugares visitados
UNGRD	Funcionario sección conocimiento de riesgo de desastre (especialista)	Sr. Julio Cesar González Velandia	2015/11/15 -12/3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT), Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río</li> <li>MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto</li> </ul>
IDEAM	Director de la sección de hidrología	Sr. Nelson Omar Vargas Martínez	2015/11/15 -11/22	<ul style="list-style-type: none"> <li>MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu</li> <li>MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kinki</li> </ul>
CAR	Director técnico	Sr. Cesar Clavijo Rios	2015/11/15 -11/28	<ul style="list-style-type: none"> <li>MLIT, Centro de investigación integral de política tecnológica para territorio nacional</li> <li>Agencia de Meteorología de Japón</li> <li>Prefectura de Nagano</li> <li>Ciudad de Kiotanabe</li> </ul>
	Técnico (especialista)	Sra. Heidi Milena Castillo Montano	2015/11/15 -12/3	
Departamento de Cundinamarca	Funcionario unidad administrativa de gestión de riesgo de desastre (especialista)	Sr. Jaime Matiz Ovalle	2015/11/15 -12/3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro de investigación de ingeniería civil ICHARM</li> <li>Centro de investigación de ingeniería civil, Centro de investigación de coexistencia con la naturaleza</li> <li>Centro de futuro de la humanidad y prevención de desastres</li> </ul>

Tabla 2.4 Resumen de la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón (noviembre 2016)

Entidad		Nombres y apellidos	Estadía	Lugares visitados
UNGRD	Funcionario sección conocimiento del riesgo de desastres (especialista)	Sr. Martín Mauricio Mazo Villalobos	2016/11/6-11/23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río, Sala internacional</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Centro de pronóstico de desastres de agua</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Oficina de río de aguas abajo de Arakawa</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Oficina de río de aguas arriba de Arakawa</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Oficina de Shimodate</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Oficina de Río de Keihin</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de gestión integral de represa Tenryu, Sección de Gestión de la Represa Miwa</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de desarrollo integral y obras del Río Mibu</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de río de aguas abajo del Río Kiso</li> <li>• MLIT, Centro de investigación integral de política tecnológica para territorio nacional Sala de investigación de ríos</li> <li>• Agencia de Meteorología de Japón, Departamento de asuntos generales, Sección de planeación, Sala internacional</li> <li>• Prefectura de Nagano. Oficina de construcción de Suwa</li> <li>• Prefectura de Kanagawa, Oficina de ordenación de Prefectura, Sección de ríos y alcantarillado</li> <li>• Prefectura de Kanagawa, Oficina de ingeniería civil de Atsugi</li> <li>• Ciudad de Yamato, Sección de gestión de amenazas</li> <li>• Centro de investigación de ingeniería civil ICHARM</li> <li>• Centro de investigación de ingeniería civil, Centro de investigación de coexistencia con la naturaleza</li> </ul>
IDEAM	Técnico (especialista)	Sr. Jorge Andrés González Rojas	2016/11/6-11/23	
	Técnico (especialista)	Sr. Fabio Andrés Bernal	2016/11/6-11/23	
CAR	Director sección de la gestión del riesgo de desastres, consultor	Sr. Rafael Iván Robles López	2016/11/6-11/23	
	Técnico POMCA (especialista)	Sra. Maryeny Caraballo Hueso	2016/11/6-11/23	
Departamento de Cundinamarca	Director de la sección de la gestión de amenazas	Sr. William Barreto Rodríguez	2016/11/6-11/23	
	Director de la infraestructura	Sr. Wilson Leonard García Fajardo	2016/11/6-11/23	
MADS	Oficial coordinación de la sección gestión del riesgo	Sr. Henry Leonardo Gómez Castiblanco	2016/11/6-11/23	
	Técnico (especialista)	Sra. Luz Francy Navarro	2016/11/6-11/23	
CORMAGDAL ENA	Técnico (especialista)	Sra. Claudia Sofía Martínez	2016/11/6-11/23	
CIRMAG	Director	Sr. César Garay	2016/11&6-11/19	
DNP	Especialista	Sr. Diego Rubio	2016/11/6-11/23	

Tabla 2.5 Resumen de la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón (noviembre 2017)

Entidad	Cargp	Nombres y apellidos	Estadía	Lugares visitados
UNGRD	Director	Sr. Carlos Ivan Marquez	2017/11/7 -11/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río, Sala internacional</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto Oficina de río de Keihin</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de gestión integral de la represa Tenryu Oficina de apoyo de represa Miwa</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de desarrollo integral y obras del Río Mibu</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu</li> <li>• MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu Oficina de río de aguas abajo del Río Kiso</li> <li>• Ministerio de Ambiente Oficina de Medio Ambiente Natural</li> <li>• Ministerio de Agricultura Silvicultura y Pesca, Oficina de Silvicultura y Pesca</li> <li>• Oficina del Gabinete, Persona responsable de prevención de desastres</li> <li>• Prefectura de Nagano, Oficina de construcción de Suwa</li> <li>• Prefectura de Kanagawa, Oficina de desarrollo de territorio de prefectura, Sección de alcantarillado</li> <li>• Prefectura de Kanagawa, Oficina de ingeniería civil de Fujisawa</li> <li>• Ciudad de Yamato, Sección de gestión de crisis</li> <li>• Oficina de Medio Ambiente Global</li> </ul>
	Oficial coordinación de riesgos de los municipios	Sr. Juan Carlos Guzman	2017/11/5 -11/18	
IDEAM	Técnico (especialista)	Sra. Maria Costanza Rosero	2017/11/5 -11/18	
	Técnico (especialista)	Sra. Eliana Claritza Castro	2017/11/7 -11/18	
CAR	Director evaluación de la gestión ambiental	Sr. Carlos Antonio Bello Quintero	2017/11/5 -11/18	
Departamento de Cundinamarca	Subdirector de la sección conocimiento del riesgo de desastre	Sra. Magda Yamile Ruiz	2017/11/5 -11/18	
MADS	Consultor técnico	Sra. Yolanda Calderon Larragaña	2017/11/5 -11/18	

### 2.1.3. Actividades (proyectado y real)

En este proyecto, todos los ítems de trabajo especificados en el documento de especificación y PDM. A continuación se presenta los ítems de trabajo según PDM.

Tabla 2.6 ítems de trabajo según PDM

Ítems en documento de especificación		Número de actividad en PDM
<b>Trabajos relacionados contodo el proyecto</b>		
(1)	Análisis de materiales existentes	—
(2)	Elaboración de Informe inicial (IC/R, sigla en inglés)	—
(3)	Explicación y descripción de IC/R	—
(4)	Recolección, clasificación y análisis de informacion básica para la formulación de IFMP-SZ en la cuenca del Río Negro	—
<b>Trabajos relacionados con Resultado 1</b>		
(5)	Capacitaciones para mejorar la capacidad de evaluar el riesgo de inundaciones	1-1 Evaluación de la capacidad y la capacitación en la utilización integral de los datos meteorológicos e hidrológicos para la evaluación de riesgo de inundaciones, incluyendo el mapeo de imágenes de satélite desde las perspectivas de las resoluciones temporales y espaciales y la precisión. 1-2 Evaluación de la capacidad y la capacitación en la modelación hidrológica e hidráulica desde el análisis de precipitación-escorrentía para el análisis de las inundaciones y la tecnología de elaboración de mapas. 1-3 Evaluación de la capacidad y la capacitación en tecnología de elaboración de mapas de riesgo de inundaciones, utilizando SIG con datos de inundaciones y datos socio-económicos, incluyendo la vulnerabilidad de las estructuras
(6)	Capacitaciones relacionadas con los procesos necesarios para formular el plan de gestión de Cuenca y IFMP	1-4 Capacitación en la planificación de la gestión integral de inundaciones y el manejo de la cuenca
<b>Trabajos relacionados con Resultado 2</b>		
(7)	Comprensión de problemas actuales relacionados con la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de y datos hidrológicos	2-1 Capacitación en la observación hidrológica. 2-2 Capacitación en el pronóstico de inundaciones. 2-3 Capacitación en la difusión de la información del riesgo en tiempo real y la alerta para una respuesta apropiada.
(8)	Capacitaciones sobre la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de y datos hidrológicos	2-1 Capacitación en la observación hidrológica. 2-2 Capacitación en el pronóstico de inundaciones. 2-3 Capacitación en la difusión de la información del riesgo en tiempo real y la alerta para una respuesta apropiada.
<b>Trabajos relacionados con Resultado 3</b>		
(9)	Recolección, procesamiento y análisis de información básica de cada entidad relacionada con la gestión de la cuenca	3-1 Diagnóstico de funciones del gobierno central y local en actividades de la gestión de cuencas.

Ítems en documento de especificación		Número de actividad en PDM
(10)	Desarrollo de sistema de coordinación y cooperación	3-2 Recomendación sobre roles y responsabilidad efectiva y eficiente de los gobiernos central y local en la reducción del riesgo de inundaciones, aprovechando experiencias en Japón y otros países. 3-3 Evaluación y recomendación sobre funciones institucionales fortalecidas de la reducción del riesgo de inundaciones en la etapa final del Proyecto.
<b>Trabajos relacionados con Resultado 4</b>		
(11)	Apoyo en la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena	4-1 Formulación del IFMP para la Cuenca piloto incluyendo medidas de prevención, mitigación, preparación y respuesta.
(12)	Organización de ítems requeridos para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena y elaboración de plan de trabajo	4-1 Formulación del IFMP para la Cuenca piloto incluyendo medidas de prevención, mitigación, preparación y respuesta.
(13)	Consejos para la formulación de IFMP-SZ del Río Negro	4-1 Formulación del IFMP para la Cuenca piloto incluyendo medidas de prevención, mitigación, preparación y respuesta.
(14)	Organización de ítems requeridos para la formulación de IFMP-SZ del Río Negro y elaboración de plan de trabajo	4-1 Formulación del IFMP para la Cuenca piloto incluyendo medidas de prevención, mitigación, preparación y respuesta.
(15)	Elaboración de guías para la formulación de IFMP-RP y IFMP-SZ	4-2 Elaboración de la guía para la formulación de IFMP, con base en las lecciones aprendidas en actividades realizadas en la cuenca piloto.
<b>Trabajos para todos los periodos del proyecto</b>		
(16)	Capacitaciones especiales en Japón	1-4 Capacitación en la planificación de la gestión integral de inundaciones y el manejo de la cuenca
(17)	Elaboración de informe de avances de trabajo	—
(18)	Elaboración de nota de resumen del proyecto	—
(19)	Monitoreo	—
(20)	Elaboración de informe de conclusión de trabajo	—

Notas: 1) SZ es una abreviatura para subzona, que se refiere a la subzona hidrográfica.  
2) RP es una abreviatura para ríos principales

En cuanto al cronograma de trabajo para toda la duración del proyecto, se presentan la versión elaborada al inicio del proyecto (en la elaboración del plan de trabajo) en la Figura 2.2, y la versión en el momento de la conclusión del proyecto en la Figura 2.3. Las fechas de periodo de implementación se refieren a la extensión o cambio en el periodo de actividad. El periodo de monitoreo se refiere a los cambios realizados como resultado de las discusiones con JICA sobre los contenidos de las actividades y el periodo de actividad en Colombia en agosto de 2015 después del inicio del proyecto, con respecto al plan original de la realización de cada 6 meses. Los CCCs (Comité de coordinación conjunta) se refieren a la realización imprevista en febrero de 2016 para la aprobación de la nueva entidad C/P y los cambios en la realización del mismo posteriormente debido a esto (básicamente 1 vez por año).

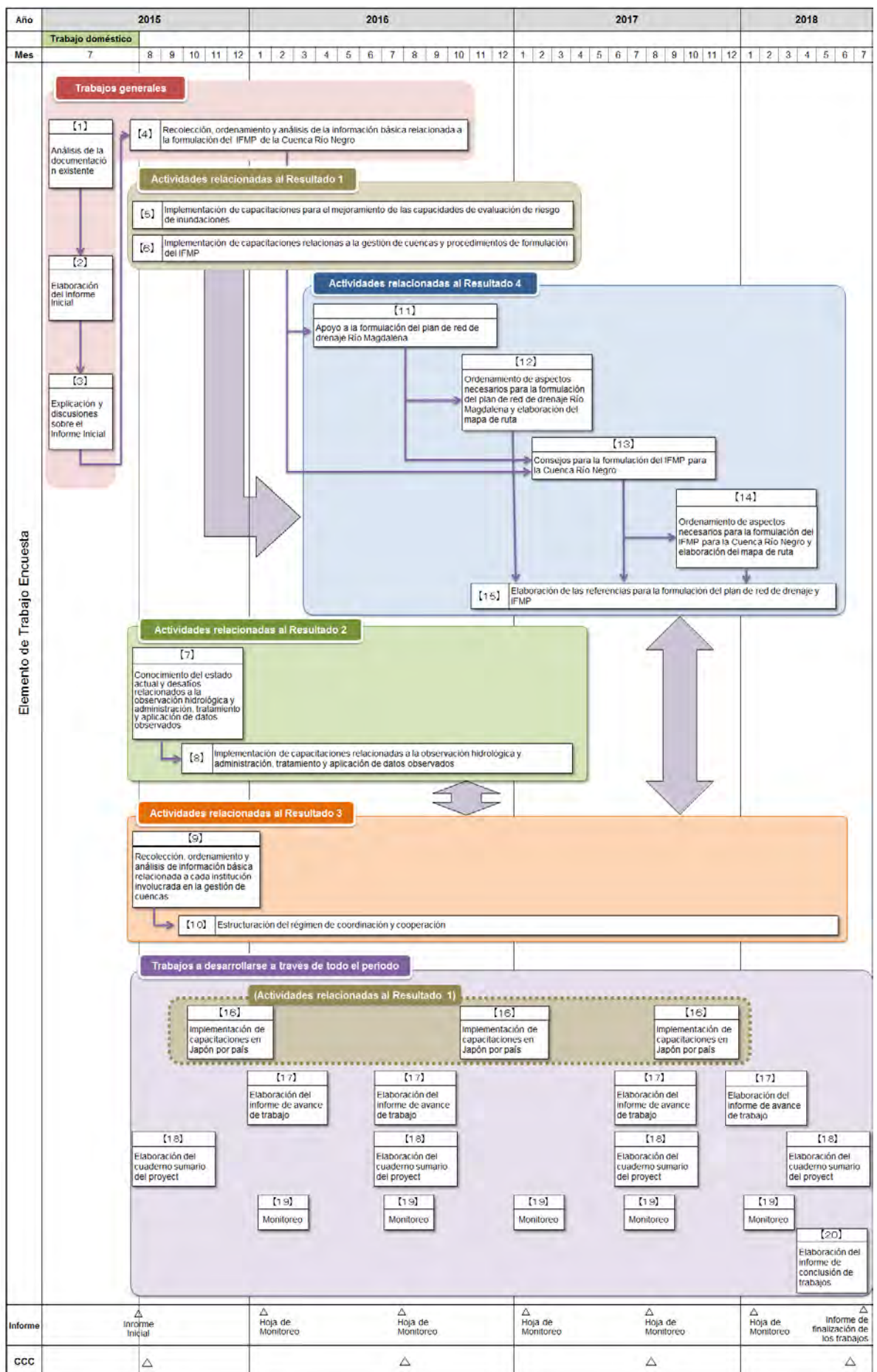


Figura 2.2 Cronograma de trabajo (al inicio del proyecto)

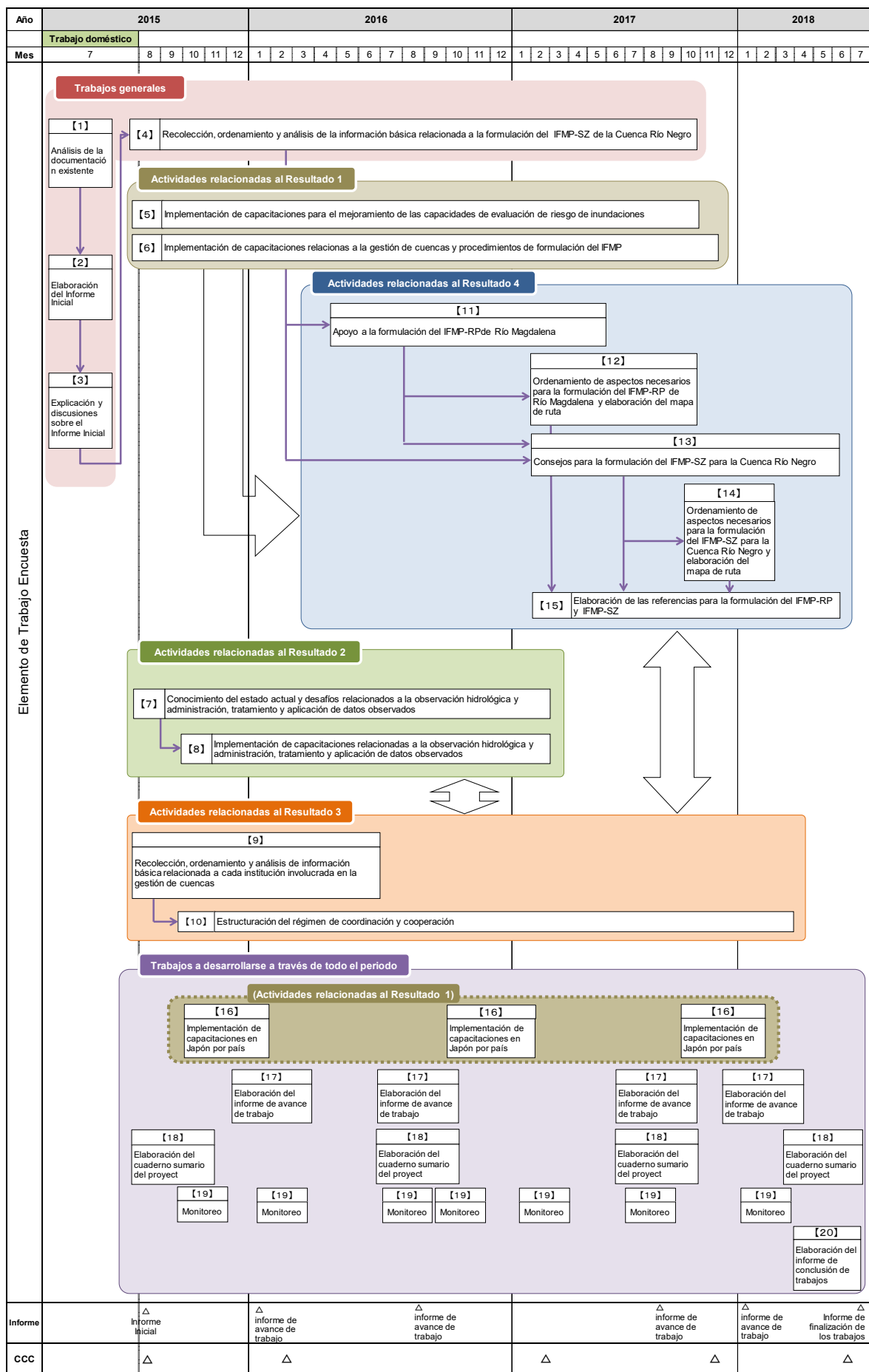


Figura 2.3 Cronograma de trabajo (en la conclusión del proyecto)

### 2.1.3.1. Trabajos relacionados con todo el proyecto

#### (1) Análisis de materiales existentes: Finalizada en julio de 2015.

Con el fin de entender el contenido de actividades en Colombia e ítems importantes, se realizaron estudios y análisis de los materiales abajo descritos. Basados en los resultados de estos, se organizaron los ítems que requieren confirmación o preguntas adicionales de parte de las entidades relacionadas y se elaboró un cuestionario que incluye ítems a manera de solicitud de provisión de materiales.

Tabla 2.7 Materiales existentes analizados

Categoría	Ítems
Materiales relacionados con el proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acta de deliberaciones (R/D, siglas en inglés)</li><li>• Minuta de reuniones (M/M, siglas en inglés)</li><li>• Informe detallado del estudio de factibilidad</li><li>• Informe de recolección y confirmación de datos del sector de prevención de desastres (JICA, 2013)</li></ul>
Materiales elaborados por otros donantes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de gestión de riesgo de desastre en Colombia (Banco Mundial, 2011)</li></ul>
Leyes y decretos colombianos relevantes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Decreto 4147 de 2011 por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) Ley 1523 de 2012 por la cual “se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD)”</li><li>• Decreto 1640 de 2012, por el medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos</li><li>• Resolución 1907 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en el que se establecen los lineamientos para la ordenación ambiental de cuencas hidrográficas mediante la Guía para la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA)</li><li>• Decreto 1807 de 2014 por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT)</li></ul>

Adicionalmente, se adquirieron los datos satelitales de precipitación en las zonas aledañas a la cuenca piloto de Río Negro, con el fin de estudiar la posibilidad de su uso en la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. (Después de iniciar las actividades en Colombia, se compararon estos datos con los datos de observación, y se concluyó que no posee suficiente resolución para ser utilizados en el análisis de inundación en la cuenca piloto. Por lo tanto, no se utilizaron en el análisis concreto.)

#### (2) Elaboración de Informe inicial (IC/R, siglas en inglés): Finalizada en agosto de 2015.

Considerando los estudios de (1), se organizaron la información y los materiales asequibles en Japón, se estudiaron directrices básicas del trabajo, régimen de implementación, plan de trabajo (métodos, procesos, exactitud, metodología de transferencia de técnicas), y se elaboró IC/R que presenta claramente los ítems de trabajo para todo el proceso del proyecto y repartición de actividades.

Para elaborar IC/R, se procuró escribir de manera concreta y detallada, en lo posible porque este informe muestra la estructura del proyecto y porque se les distribuirá a las entidades relevantes colombianas. Se procuró crear un contenido que les permita a las entidades colombianas imaginar



claramente las actividades y el propósito de cada resultado, la relación entre los resultados, y los roles de

Al elaborar IC/R, se elaboró una escritura lo más concreta y detallada posible, puesto que este informe será un resumen del proyecto entero además de ser un material que será distribuido entre las entidades relacionadas. Se procuró crear un material que permita que las entidades colombianas relacionadas, incluyendo C/P puedan visualizar las actividades por resultado y sus objetivos, las relaciones entre cada resultado y la responsabilidad de cada una de las entidades.

Paralelamente a la elaboración de IC/R, se prepararon materiales de presentación para la explicación de IC/R a través de reuniones con entidades relacionadas.

(3) Explicación y descripción de IC/R: Finalizada en agosto de 2015.

El día 29 de julio de 2015, después de la llegada del equipo de expertos a Colombia, se realizó una reunión informativa sobre IC/R en el IDEAM. Participaron 15 personas de 4 entidades de C/P las cuales son la UNGRD, el IDEAM, la CAR y el Departamento de Cundinamarca. En la reunión, se distribuyó el borrador de IC/R y se realizó la presentación elaborada en (2) con el fin de presentar y conversar sobre las directrices básicas del proyecto, el contenido de actividades, plan de personal, régimen de implementación, procesos, área objetiva, plan de trabajo en Colombia, metodología, facilidades que proporcionará Colombia, distribución de técnicos de C/P, y cronograma de actividades. Tras reuniones posteriores con cada entidad y discusiones sobre índices de PDM, el contenido de IC/R con incorporación de los resultados de estas discusiones se presentó ante los miembros del primer CCC el día 13 de agosto, y estuvieron de acuerdo con ello. La versión final de IC/R después de CCC fue presentada a C/P el día 19 de agosto.

(4) Recolección, clasificación y análisis de información básica para la formulación de IFMP-SZ en la cuenca del Río Negro: Finalizado en octubre de 2017

En la reunión informativa sobre IC/R, reuniones individuales con cada entidad y CCC, se solicitó la información necesaria para la formulación de IFMP-SZ de la cuenca del Río Negro a través de la lista de información requerida (Tabla 2.8). En Apéndice-1 Lista de materiales recolectados, se presentan los materiales recolectados hasta ahora, incluyendo los periodos concretos de trabajo para el estudio y la formulación del IFMP-SZ.

Tabla 2.8 Ítems de materiales para recolectar, organizar y analizar

Categoría	Ítem	Área objetiva/posible fuente de información	
		Cuenca del Río Negro	Cuenca del Río Magdalena
Condición natural de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil del río y la cuenca</li> <li>• Topografía</li> <li>• Geología</li> <li>• Clima, meteorología (en general)</li> </ul>	CAR IGAC SGC IDEAM	IDEAM IGAC SGC
Condición social de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de la población y los asentamientos en la cuenca</li> <li>• Uso de suelo</li> <li>• Producción agrícola (Sistema cultivo, producción, ingresos etc.)</li> <li>• Producción industrial, actividades económicas</li> <li>• Condición de infraestructura de transporte</li> </ul>	CAR Departamento de Cundinamarca (en adelante "Departamento") Municipios	DNP IGAC
Datos hidrológicos, meteorológicos, producción de sedimentos, escorrentía, cambio de lecho del río	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de precipitación en la cuenca objetivo y zonas aledañas</li> <li>• Ubicación de de estaciones de nivel y caudal y sus datos</li> <li>• Datos meteorológicos como evapotranspiración</li> <li>• Producción y escorrentía de sedimentos</li> <li>• Datos de cambio de lecho del río por tramo</li> </ul>	IDEAM, CAR	IDEAM
Estructuras del río	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información sobre estructuras del río (represas, embalses de retención y ajuste, diques, protección de banco, estructuras hidrológicas o toma de agua, canales de irrigación en la cuenca objetivo)(ubicación, tamaño, administrador, reglas de uso, etc)</li> </ul>	CAR Departamento Municipios	UNGRD, IDEAM (Solamente estructuras de gran escala)
Inundaciones pasadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones pasadas(precipitación, caudal) y los daños (ruptura de diques, áreas inundadas, cota de inundación, etc)</li> <li>• Marcas de inundación y situaciones de daños de inundaciones pasadas</li> </ul>	CAR Departamento Municipios	UNGRD, IDEAM
Plan de medidas contra inundaciones y situación actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas contra inundaciones realizadas por Colombia u otros donantes (medidas estructurales y no estructurales), sus planes y situaciones actuales</li> </ul>	UNGRD, IDEAM MADS CAR Departamento Municipios	UNGRD, IDEAM MADS
Decretos y organizaciones relacionados con la gestión de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leyes, políticas, planes de desarrollo relacionados con las medidas contra desastre y gestión de cuencas en Colombia =&gt; Confirmar la compatibilidad con el proyecto y el objetivo, posición, factibilidad y prioridad del mismo.</li> </ul>	UNGRD, IDEAM MADS CAR Departamento Municipios	UNGRD, IDEAM MADS
Confirmación de la situación de apoyo de otros donantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo en proceso de implementación o con planes de implementación por otros donantes (incluyendo la existencia de los fondos u otro régimen de apoyo)</li> </ul>	UNGRD, IDEAM MADS CAR Departamento	UNGRD, IDEAM MADS

2.1.3.2. Trabajos relacionados con Resultado 1: "Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas"

En los puntos (5) y (6) se muestran las actividades relacionadas con el Resultado 1, las cuales serán la base para las actividades por implementar relacionadas con el Resultado 4. Por lo tanto, para el

Resultado 1 se realizaron actividades concretas y prácticas con el fin de utilizarlas de manera efectiva para el Resultado 4.

(5) Capacitaciones para mejorar capacidades de evaluar el riesgo de inundaciones: Finalizado en octubre de 2017

En este ítem, se realizaron las capacitaciones necesarias para la mejora de capacidades de evaluación de riesgo de inundaciones. Los ítems y logros de las capacitaciones se presentan en las Tablas 2.9 y 2.12.

Salvo un ítem de capacitaciones inicialmente planeado, se logró tratar todos los ítems en las conferencias o discusiones en los talleres.

Tabla 2.9 Ítems, asistentes objetivos y método de implementación para la mejora de capacidades de evaluación de riesgo de inundaciones

Ítem	Contenido y metodología de capacitaciones	Observaciones
① Utilización integral de información meteorológica y hidrológica para evaluación de riesgo de inundaciones	<p>1) Entender el fenómeno de inundación basado en materiales existentes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué parte de la cuenca se generan inundaciones?</li> <li>• ¿Datos de nivel en el momento? (para suponer qué sucedió aguas arriba)</li> <li>• ¿Datos de precipitación en el momento? (diferencia en tiempo de generación de inundación, el volumen)</li> </ul> <p>2) Topografía del río</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Característica del cauce donde se generan inundaciones (Ej. ¿Por la geología o es un río aluvial?)</li> </ul> <p>3) Selección de información meteorológica e hidrológica según características del tipo de inundación para la evaluación de riesgo en el futuro, discusión sobre el modelo hidrológico apropiado</p>	
② Utilización de tecnología de modelación hidrológica y hidráulica y de mapeo desde la escorrentía de precipitación hasta las inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de modelo de análisis hidrológico</li> <li>• Desarrollo de modelo hidráulico</li> <li>• Mapeo de los resultados del cálculo (área inundada)</li> <li>• Transferencia y uso de datos de radar (en caso de que los radares se instalen en 2016 como se ha planeado)</li> </ul>	<p>→ No se realizó debido al retraso en la adquisición e introducción de radares de parte de IDEAM. Actualmente (junio de 2018), dos de los 3 radares que se planean instalar ya han sido instalados, y se encuentran en proceso de configuración. Se planea iniciar la operación en agosto.</p>

<p>③ Utilización de tecnología para mapeo de riesgo y evaluación de riesgo utilizando SIG incluyendo condiciones de inundación, y información sobre condiciones socioeconómicas como la vulnerabilidad de infraestructura a proteger</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración del mapa de riesgo de inundaciones con SIG</li> <li>• Evaluación de riesgo de inundaciones con SIG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
--	--	---

A continuación se presentan actividades realizadas para este ítem.

1) Estudio de línea base (Resultado 1, 2, 3, 4)

Después de la visita en julio de 2015 antes de las capacitaciones, se realizó estudio de línea base de C/P que serán objetivos directos de las capacitaciones, y se elaboró un resumen de la situación actual de Colombia relacionada con el Resultado 1. Los resultados del estudio de línea base se encuentran en el apéndice-3. Estos resultados fueron utilizados para revisión de índices de evaluación de PDM y fueron reflejados en PDM aprobado en el primer CCC realizado en agosto de 2015.

Los retos principales relacionados con el Resultado 1, que fueron identificados a través del estudio de línea base y las actividades durante el primer año del proyecto, pueden organizarse en la Tabla 2.10. Para el Resultado 1, se realizaron actividades de los ítems (5) y (6), utilizando los siguientes métodos para solucionar los problemas.

Tabla 2.10 Retos principales relacionados con el Resultado 1 y métodos para solucionar los problemas

Retos Principales	Análisis de los retos	Métodos para solucionar los problemas
<p>¿Cómo ordenar el sistema de los datos de desastres pasados y datos hidrológicos de un nivel suficiente para la evaluación apropiada del riesgo?</p>	<p>Los datos existentes de desastres pasados no contienen fechas claras de ocurrencia, grado de daños y área inundada. La mayoría de los datos hidrológicos solo se registra diariamente. Los datos básicos no están organizado de manera suficiente, y este aspecto debe ser mejorado.</p>	<p>&lt; Explicación y práctica en los talleres &gt; El equipo de expertos explicaría los métodos para organizar y utilizar los datos. Practicar los procesos del análisis utilizando datos reales, y estudiar los puntos que requieren mejora y los métodos para lograr esto.</p>
<p>¿Cómo evaluar la amenaza de inundación, con mejor precisión y con una metodología hidrológica-hidráulica?</p>	<p>Muchos de los materiales existentes relacionados con la amenaza de inundación se han elaborado a base de evaluación cualitativa de las inundaciones pasadas y desde los puntos de vista geológico y geomorfológico. El modelo existente del tramo medio del Río Magdalena es relativamente impreciso debido a la falta de los datos hidrológicos. Los datos topográficos tampoco son de buena calidad, por lo tanto la precisión de la evaluación de amenaza no es suficiente. Es necesario aumentar la precisión.</p>	<p>&lt; Explicación y práctica en los talleres &gt; El equipo de expertos explicaría los métodos para organizar los datos. Realizar el análisis con datos existentes, entender las limitaciones en el análisis provenientes de las limitaciones de los datos, estudiar los puntos que requieren mejora y los métodos para lograr esto. Realizar análisis nuevo con datos satelitales, comparar el resultado con el resultado del análisis con datos existentes, estudiar métodos para mejorar la precisión. Entender el método para el estudio de campo y del uso de los datos obtenidos de este estudio para mejorar la precisión del análisis.</p>

<p>¿Cómo introducir el concepto y la metodología de la formulación de medidas a base de la cuantificación del riesgo de inundación y resultados de evaluación de riesgo?</p>	<p>No se han definido cómo tratar los ítems difíciles de cuantificar como condiciones sociales, culturales y ambientales, en la evaluación de la exposición y la vulnerabilidad necesaria para la evaluación de riesgo. No se ha definido la metodología para la proyección y la cuantificación (el número proyectado de personas afectadas, el costo) de los daños causados directamente o indirectamente por la inundación. Actualmente no se realiza muy frecuentemente la formulación de medidas estructurales y no estructurales utilizando los resultados de la evaluación de riesgo. Se espera estudiar e introducir ideas y metodologías relacionadas con la evaluación apropiada del riesgo de inundación y la formulación de medidas basada en ella.</p>	<p>&lt; Explicación y práctica en los talleres &gt; El equipo de expertos presenta la metodología japonesa de la evaluación de riesgos. Utilizar la metodología japonesa y evaluar los riesgos para comprender la metodología. Discutir la aplicabilidad de la metodología en Colombia.</p>
<p>¿Cómo introducir la formulación y evaluación del plan desde el punto de vista de la gestión integrada de riesgo de inundación e ingeniería del río?</p>	<p>Aunque se espera que las medidas contra inundación implementadas en el pasado tengan cierta efectividad, no está clara la justificación del plan desde el punto de vista de ingeniería del río ni la evaluación cuantitativa del impacto de la medida. No existe la práctica de estudiar los problemas locales de inundación a través del análisis de la cuenca entera o del análisis longitudinal del río, a base de la ingeniería del río. Se espera presentar los conceptos de la gestión integrada del riesgo de inundación, formulación y evaluación del plan desde el punto de vista de la ingeniería del río para adoptar estas prácticas de manera apropiada posteriormente.</p>	<p>&lt; Explicación y práctica en los talleres &gt; El equipo de expertos explica los principios de la gestión integral del riesgo de inundaciones y los métodos para formular y evaluar el plan desde el punto de vista de ingeniería del río. Realizar estudios del campo conjuntos para profundizar el punto de vista de ingeniería del río. Estudiar ríos colombianos para contemplar el método de aplicación. &lt; Comprensión a través de las capacitaciones especiales en Japón &gt; Entender los ejemplos japoneses de la formulación de planes, incluyendo los contextos y las medidas reales, para estudiar el método de aplicación en Colombia.</p>

La tabla siguiente resume las amenazas, exposición, vulnerabilidad, definición del riesgo y sus relaciones de la tabla anterior

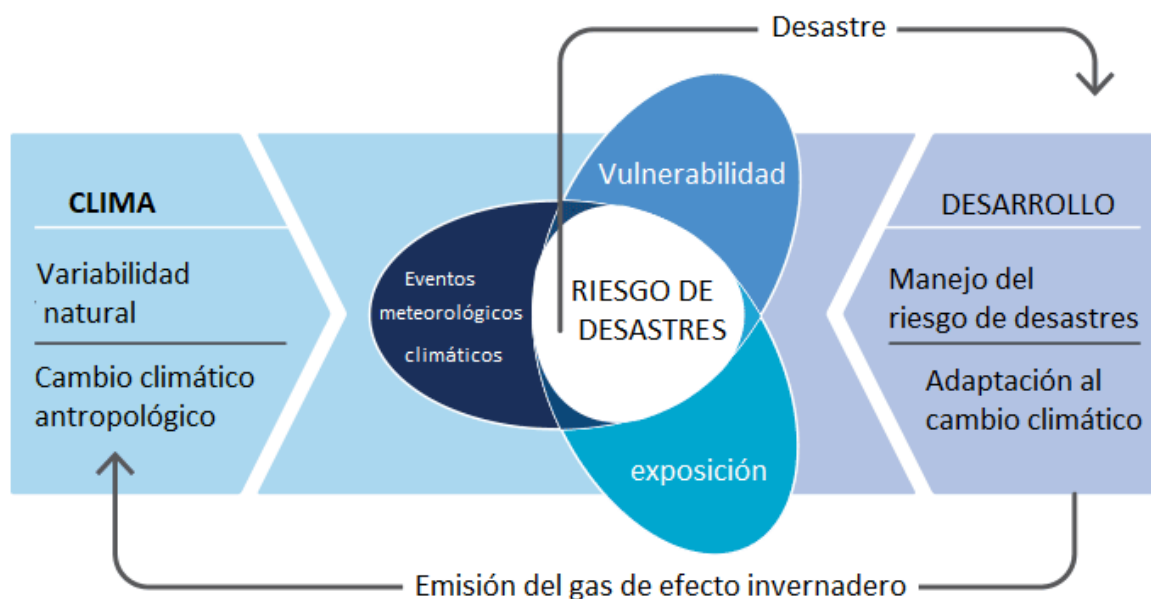
Tabla 2.11 Definiciones relacionadas con el riesgo

Término	Definición
Amenaza	Un fenómeno peligroso, sustancia, actividad o condición humana que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daños a la propiedad, pérdida de medios de vida y servicios, interrupción social y económica o daño ambiental.
Exposición	Personas, propiedades, sistemas u otros elementos presentes en zonas de amenaza que, por lo tanto, están sujetos a posibles pérdidas.
Vulnerabilidad	Las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que lo hacen susceptible a los efectos dañinos de un peligro.
Riesgo	La combinación de la probabilidad de un evento y sus consecuencias negativas.

Referencia: Terminología de la reducción del riesgo de desastres, Naciones Unidas, UNISDR, 2009.

Según el 5to informe del PICC, el riesgo del impacto del cambio climático se genera por la interacción entre “la fuerza externa de los desastres” del cambio climático y “la vulnerabilidad (falta de capacidad de respuesta” y “la exposición (existencia de residentes y bienes en los lugares

afectados” que la sociedad posee al impacto del cambio climático, como se presenta en la siguiente figura. Se considera que es necesario reducir la vulnerabilidad y la exposición para adaptarnos.



Referencia: 5to informe del PICC

Figura 2.4 Concepto del riesgo del cambio climático

## 2) Definición de los ítems por definir y las directrices básicas relacionadas con este al inicio del proyecto

Tras estudio de línea base y discusiones con C/P, antes de noviembre de 2015 se determinaron las siguientes directrices básicas y los ítems que estaban por definir al inicio del proyecto.

### A. Software para utilizar (conseguir) en el desarrollo de análisis de inundación y desarrollo de modelo de advertencias y alertas

Inicialmente se planeaba utilizar la serie MIKE (MIKE11, MIKE SHE) de DHI y la serie HEC (HMS, RAS) de USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU), o IFAS de ICHARM para la construcción de modelos. Sin embargo, después de las discusiones con C/P, se decidió utilizar la serie HEC, ya que se utiliza frecuentemente en las entidades C/P, es gratis y por lo tanto es fácil de utilizar en el proceso de replicar el ejercicio en otras cuencas en el futuro.

También se utilizará iRIC, el software desarrollado por la Universidad de Hokkaido y USGS, según la necesidad, ya que se puede ampliar los métodos de análisis y comparación con el uso de este software y ya que también es software libre, igual que la serie HEC.

### B. Los datos topográficos para utilizar en desarrollo de modelos

Como resultado del estudio de línea base, se confirmó que los datos topográficos existentes actuales no cuentan con la resolución insuficiente o presentan una gran diferencia en la resolución de región en región (existe un mapa de escala 1:10,000, sin embargo no es para todo el territorio nacional). Se determinó utilizar datos satelitales, también para estudiar la posibilidad de su uso a futuro en Colombia. Específicamente se seleccionó el WorldDEM que

posee una exactitud con margen de error menor de 4m en un pixel de 12m (Comprados en diciembre de 2015 para la cuenca piloto del Río Negro). También se utilizaran las secciones transversales existentes del río y datos obtenidos en los levantamientos topográficos planeados por C/P.

Adicionalmente se adquirió datos topográficos 3D versión estándar de AW3D, que son datos DTM con tamaño de pixel de 5m, para el área alrededor del cauce principal de Río Negro y los tributarios principales. Esto es para mejorar la precisión del modelo y estudiar la posibilidad de su uso en Colombia, ya que, en julio de 2017, se habían desarrollado datos de la altitud de la superficie con tamaño de pixel de 5m creados con base en los datos satelitales para mayor áreas en Colombia, al precio similar a WorldDEM (adquiridos en agosto 2017).

#### C. Software SIG para utilizar (conseguir) para la evaluación y mapeo de riesgos

Inicialmente, se tenía proyectado utilizar ArcGIS de ESRI (estadounidense) (Comprado en febrero de 2016) o Q-GIS de un grupo de desarrollo de los voluntariados. Sin embargo, después de las discusiones con C/P, se decidió utilizar ArcGIS, ya que se utiliza frecuentemente en las entidades C/P y los funcionarios tienen alto nivel de manejo de este software.

### 3) Conferencias, discusiones y ejercicios en los talleres

Las capacitaciones para este ítem se tratan, dentro de las capacitaciones de (6), se refieren concretamente a los elementos tecnológicos necesarios para cada paso en la formulación de IFMP, como método de utilización eficaz de información para entender las características de las inundaciones y el cauce, y la utilización de software de SIG para modelación hidrológica e hidráulica y evaluación de riesgo.

Entre octubre y noviembre de 2015, se realizaron principalmente el estudio del contenido de las capacitaciones para este ítem y su explicación. En las actividades de febrero 2016 hasta el presente, se explicaron de manera detallada el significado técnico y contenido de cada ítem como la organización de las características del río, el desarrollo de modelo y la elaboración del mapa de riesgo, en los talleres realizados. C/P profundizó su conocimiento sobre la metodología a través de las discusiones productivas sobre la situación actual de información relevante en Colombia y ejercicios específicos en los talleres. En la Tabla 2.12, se presenta la lista de talleres realizados relacionados con este ítem. (Nota: existen casos en que los contenidos de los talleres se relacionan con varios ítems y los ítems están repetidos en las listas de otros ítems. En estos casos, se muestran los ítems en común en la tabla) También adjuntamos la lista de todos los talleres, incluyendo los talleres relacionados con este ítem, y reuniones realizados durante el periodo del proyecto y lista de participantes en Apéndice-2.

Como se presenta en la Tabla 2.9, inicialmente se había planteado realizar talleres sobre la introducción y el uso de datos de radares. Sin embargo, estos no se habían podido realizar debido a que en julio de 2017 aun no se han instalado los radares. Según los funcionarios de IDEAM, la posibilidad de que se complete la instalación durante el periodo del proyecto es baja; por lo tanto, se ha decidido cancelar los talleres sobre este tema. Por otro lado, el equipo de expertos presentó las características de radares meteorológicos utilizados en Japón, la historia del uso y la utilización de los datos en el taller realizado el 26 de julio de 2017, con el fin de contribuirle al esfuerzo colombiano para introducir y utilizar los datos de radares.

Adicionalmente, como una de las actividades del mejoramiento de la capacidad de evaluación de riesgo de inundación, se realizó un seminario con el fin de que los participantes aprendieran el método de análisis hidráulico, análisis de inundación, el análisis de transporte de sedimentos así como el uso de software (iRIC) para realizar estos análisis. El seminario se llevó a cabo en la sala de computadores dentro de la Universidad Nacional de Colombia durante 4 días del 17 de octubre al 20 de octubre de 2017. Profesor Shimizu, profesor de la Universidad de Hokkaido, profesor asociado Takebayashi de la Universidad de Kioto, y el especialista Baba sirvieron como instructores. Participaron 20 personas de las entidades de C / P y organizaciones relevantes y 10 académicos (profesores, profesor asistente y estudiantes), con un total de 30 personas. JICA fue el organizador principal del seminario (quien provisionó los instructores y los materiales) con el apoyo del Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos (GiReH), (quien provisionó que el lugar y los equipos). De los 30 participantes, 22 personas participaron todos los cuatro días (14 de las cuales provienen de agencias C / P y organizaciones relevantes), y 5 personas participaron durante tres días (4 de las cuales provienen de agencias C / P y organizaciones relevantes); la participación en general fue activa, y la en sesión de la pregunta y respuesta se realizaron discusiones productivas. A lo largo del seminario, se considera que la comprensión del método de análisis y el dominio del software de los participantes se profundizó bastante, y se puede esperar que esto sea de gran ayuda para el mismo tipo de análisis en el futuro de Colombia.

Tabla 2.12 Talleres relacionados con el Resultado 1 ítem (5)

Fecha de realización	Contenido
19-20 de octubre de 2015	Estudio de campo conjunto (también para el ítem(6)) (Río principal Magdalena, Áreas afectadas por inundaciones en la Cuenca del Río Negro, estaciones hidrológicas)
12 de noviembre de 2015	Medidas contra desastres de sedimentos en Japón y concepto de balance de sedimentos importante para el plan (también para el ítem(6))
10 de febrero de 2016	Estudio de campo conjunto (también para los ítem(6) y (8)) (Entrevistas sobre los daños y respuestas a la inundación, así como medidas después de la inundación en Pacho, ubicado dentro de la cuenca del Río Negro)
19 de febrero de 2016	Introducción de la metodología japonesa de evaluación de riesgo de inundaciones y discusión sobre la aplicación en Colombia
29 de febrero de 2016	Introducción de los detalles de metodología japonesa de evaluación de riesgo de inundaciones y estudios económicos relacionados con la gobernanza del agua, discusión sobre la aplicación en Colombia
9 de marzo de 2016	Introducción de metodología japonesa de evaluación de riesgo de inundaciones y ejemplo de aplicación de estudios económicos de gobernanza del agua en Colombia, discusión sobre la aplicación
4 de mayo de 2016	"Propuesta de manual de formulación del plan de río", características de daños de inundaciones en el Río Magdalena (también para los ítems (6) y (11))
11 de mayo de 2016	Características de daño de inundaciones en el Río Magdalena y la cuenca de Río Negro (también para los ítems (6) y (11))
19-20 de 2016	Estudio de campo conjunto (también para el ítem(6)) (Quebrada Negra)
15 de julio de 2016	Reflexiones sobre la acumulación de sedimentos observada en estudio de campo en Quebrada Negra realizado en mayo (también para el ítem(6))
22 de julio de 2016	Discusión sobre el proceso de inundación en 2010 en el Río Magdalena y discusión sobre la capacidad de retención de llanuras inundables (también para los ítems (6) y (11))



28 de julio de 2016	Introducción de proceso de elaboración del mapa de amenaza de inundaciones en Japón
31 de octubre de 2016	Introducción y la discusión sobre los datos necesarios para la evaluación de riesgo
9 de noviembre de 2016	Introducción de la metodología de la evaluación de riesgo de inundación y los procesos en este proyecto y discusión sobre la recolección de datos necesarios (también para el ítem(6))
26 de julio de 2017	Introducción de las características de radares meteorológicos utilizados en Japón, la historia del uso y la utilización de los datos
17-20 de octubre	Seminario sobre la simulación análisis de inundación y el análisis de transporte de sedimentos con el uso de software de análisis (iRIC)



Estudio del campo conjunto

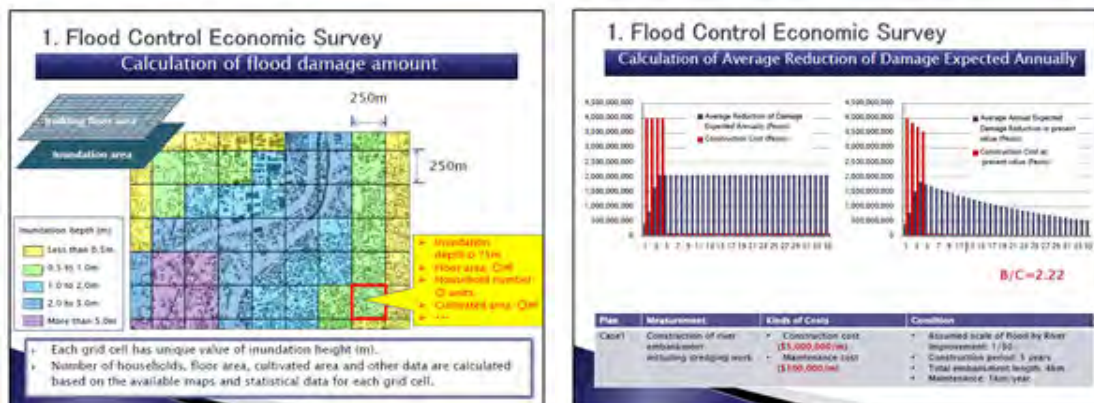


Figura 2.5 Introducción del ejemplo y análisis del estudio económico de control de inundación

<Análisis del resultado de actividades>

Se profundizó el conocimiento de C/P a través de las conferencias y discusiones numerosas en talleres sobre los ítems inicialmente propuestos, sobretodo el concepto y la metodología sobre comprensión de características del cauce e inundaciones, modelación hidrológica e hidráulica, y evaluación de riesgo de inundaciones (evaluación económica). Como resultado, con respecto a las características de los canales de los ríos y las características de las inundaciones, se promovió la implementación del levantamiento topográfico por parte de C/P para captar datos básicos, estudios de campo después de las inundaciones y la implementación de entrevistas. En hidrología e modelación hidrológica, el uso de los resultados del estudio de campo para la construcción y calibración del modelo hidráulico fue altamente reconocido. Con respecto al método de evaluación económica de control de inundaciones, se reconoció que es muy útil, aunque es un método que no se

ha utilizado en Colombia, y se está comenzando a considerar la incorporación de este en diversas guías, etc.

Después de la finalización de las actividades relacionadas con este ítem, dentro del marco del Resultado 4 se continuaron las actividades para mejorar la capacidad de evaluación de riesgo ed inundación que incluyen el uso de la información hidrológica, la modelación hidrológica e hidráulica, el mapeo y la evaluación de riesgo como tal. C/P continuó poniendo en práctica los contenidos de las capacitaciones ya realizadas relacionadas en actividades concretas para la formulación del plan para el área de cuenca piloto del Resultado 4 y profundizando el conocimiento.

(6) Capacitaciones relacionadas con los procesos de formulación del plan de gestión de Cuenca e IFMP: Finalizado en noviembre de 2017

Se realizaron capacitaciones relacionadas con la formulación del plan de río necesario para entender los pasos de formulación del IFMP y plan de río principalmente para C/P y otras personas de entidades relevantes. En los talleres realizados entre octubre de 2015 y marzo de 2016, se explicaron los métodos de estudio de los conceptos, pasos, e ítems importantes para la formulación del plan de gestión de río o cuencas, en forma de conferencias utilizando los materiales de presentación con ejemplos en Japón e información sobre el Río Magdalena y el Río Negro. Adicionalmente, se presentaron las metodologías japonesas de formulación de plan, y se realizaron discusiones sobre cómo y qué partes de la metodología japonesa se pueden incorporar en Colombia donde el tamaño de los ríos es diferente.

En los talleres realizados entre abril y agosto en 2016, modificamos la modalidad de conferencia realizada por los expertos; en su lugar, primero se explicaron las metodologías dentro de “Propuesta de manual de formulación del plan de río” elaborada por el equipo de expertos, y luego C/P realizó unos ejercicios específicos. También se realizaron estudios de campo en conjunto, en los que C/P y el equipo de expertos, visitaron el río con el fin de que los participantes observaran el proceso de comprensión de las características de este, y el punto de vista y conocimiento del mecanismo de inundación. En el taller del día 11 de mayo de 2016, el equipo de expertos explicó la Ley del río, en el contexto de las leyes japonesas relacionadas con la administración de los ríos y el manejo de inundaciones, debido a que C/P expresó bastante interés en el tema durante las capacitaciones especiales en Japón. La explicación fue eralizada por el especialista Baba, junto con la explicación sobre la ley de las medidas contra los daños por inundación del río en las ciudades especiales. El especialista Baba participó en los talleres realizados los días 4, 11 y 17 de mayo de 2016, y dio consejos desde el punto de vista administrativo. En la Tabla 2.13, se presenta la lista de talleres realizados sobre este ítem. Además de los talleres en la Tabla 2.13, las lecciones sobre gestión de inundaciones y gestión de ríos en Japón en capacitaciones realizadas en Japón relacionadas con el ítem (16) son elementos importantes que hacen parte de este.



Taller relacionado con el Resultado 1

Tabla 2.13 Lista de talleres relacionados con el Resultado 1 ítem (6)

Fecha de realización	Contenido
19-20 de octubre de 2015	Estudio de campo conjunto (también para el ítem (5)) (Río principal Magdalena, Áreas afectadas por inundaciones en la Cuenca del Río Negro, estaciones hidrológicos)
23 de octubre de 2015	Plan de ordenación de río en Japón, entidades relevantes en el Río Magdalena (también para el ítem (10))
3 de noviembre de 2015	Pasos de formulación del plan de río para el Río Magdalena y la cuenca del Río Negro, repartición de responsabilidades de entidades relacionadas
5 de noviembre de 2015	Estudio de campo conjunto (Entrevistas sobre la respuesta a las inundaciones en Villeta, ubicada en la Cuenca del Río Negro)
10 de noviembre de 2015	Repartición de responsabilidades de entidades relacionadas (también para el ítem (10))
12 de noviembre de 2015	Medidas contra desastres de sediment en Japón y concepto de balance de sedimentos importante para el plan (también para el ítem (5))
10 de febrero de 2016	Estudio de campo conjunto ((también para los ítems (5) y (8)) (Entrevistas sobre los daños y resupestas a la inundación así como medidas después de la inundación en Pacho, ubicado dentro de la cuenca del Río Negro)
16 de febrero de 2016	Introducción de capacitaciones especiales en Japón, discusión sobre la repartición de responsabilidades de entidades relacionados (el Río Magdalena) (también para el ítem (10))
2 de marzo de 2016	Discusión sobre la repartición de responsabilidades de entidades relacionadas (el Río Magdalena y la cuencas de Río Negro) (también para el ítem (10))
4 de mayo de 2016	"Propuesta de manual de formulación del plan de río", características de daños de inundaciones en el Río Magdalena (también para los ítems (5) y (11))
11 de mayo de 2016	Características del daño de inundaciones en el Río Magdalena y la cuenca del Río Negro (también para los ítems (5) y (11))
17 de mayo de 2016	Formulación del plan de río para el Río Magdalena y la cuenca de Río Negro, sobre la respuesta a desastres en Útica en abril de 2011 (también para el ítem (11))
19-20 de 2016	Estudio de campo conjunto (también para el ítem (5)) (Quebrada Negra)
15 de julio de 2016	Reflexiones sobre la acumulación de sedimentos observada en estudio de campo en Quebrada Negra realizado en mayo (también para el ítem (5)) La discusión sobre el plan de río para el río Magdalena desde los puntos de vista de la protección contra la inundación, el ambiente del río, y la navegación ((también para el ítem (11))
19 de julio de 2016	Estudio de campo conjunto (también para los ítems (8) y (11)) Entrevistas a las entidades de prevención de desastre en Barrancabermeja y Puerto Wilches y observación del Río Magdalena entre estos dos puntos
22 de julio de 2016	Reflexión sobre el medio ambiente del río observado en el estudio de campo en el río Magdalena realizado el 19 de julio (también para el ítem (11)) Discusión sobre el proceso de inundación en 2010 en el Río Magdalena y discusión sobre la capacidad de retención de llanuras inundables (también para los ítems (5) y (11))
28 de julio de 2016	Introducción de base de dato de desastres pasados en la cuenca de Río Negro, estudio del volumen de inundación en el río Magdalena (también para el ítem (11))
9 de noviembre de 2016	Introducción y explicación de la metodología de evaluación de riesgo y discusión sobre la recolección de los datos necesarios en este proyecto. (también para el ítem (5))
10 de febrero de 2017	Introducción del aprendizaje en las capacitaciones especiales en Japón

<Análisis del resultado de actividades>

C/P ha profundizado el conocimiento de los pasos para formular el plan de cuenca, IFMP y el plan de río a través de las actividades realizadas como conferencias y ejercicios específicos en los talleres. Especialmente se destacó la comprensión del hecho de que actualmente en Colombia no está clara la repartición de responsabilidades o el sistema para formular un plan para las inundaciones e implementarlo. Se comenzó a discutir activamente la solución de esta problemática.

Después de la finalización de las actividades relacionadas con este ítem, C/P continuó profundizando la comprensión, poniendo en práctica lo aprendido en las capacitaciones durante la formulación del IFMP concreto.

Aparte de las actividades arriba descritas, se realizaron las capacitaciones especiales en Japón con el fin de lograr que los miembros profundicen su conocimiento sobre el plan de gestión integrada del riesgo de inundación y las teorías y prácticas concretas relacionadas con el manejo de cuenca. Se presentarán los detalles de estas capacitaciones en el Numeral (16). Viajaron 24 personas en total en 3 series de capacitaciones, de las entidades de C/P y entidades relevantes a nivel nacional, para aprender la situación real del manejo de inundaciones y la administración de los ríos en Japón.

#### 2.1.3.3. Trabajos relacionados con el Resultado 2: “Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la transmisión de información para organizaciones involucradas”

- (7) Comprensión de problemas actuales relacionados con la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de datos hidrológicos: Finalizado en febrero de 2017

Con el fin de mejorar las capacidades para el pronóstico y alerta de inundaciones y la comunicación de información en Colombia, se recolectó y se organizó la información actual sobre la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de sus datos. Desde la visita de julio 2015, se confirmó la situación actual a través de entrevistas y de la solicitud de datos actuales con entidades de C/P, en especial IDEAM. Los resultados confirmados hasta agosto de 2015 fueron organizados como resultado del estudio de línea base, y también fueron utilizados para la revisión de índices de evaluación de PDM realizada en agosto de 2015. Puesto que en agosto de 2015 todavía no se había podido confirmar toda la situación actual por falta de tiempo, se decidió continuar con la confirmación y discusión de situación detallada individual de manera paralela a las actividades de (8).

Los retos principales relacionados con el Resultado 2, que fueron identificados a través del estudio de línea base y las actividades durante el primer año del proyecto, pueden organizarse en la Tabla 2.14. Para el Resultado 2, se realizaron actividades del ítem (8), utilizando los siguientes métodos para solucionar los problemas.

Tabla 2.14 Los retos principales relacionados con el Resultado 2 y los métodos para solucionar los problemas

Retos principales	Análisis de los retos	Métodos para solucionar los problemas
¿Cómo utilizar los datos y la información que poseen el IDEAM y la CAR para actividades concretas de evacuación?	En la cuenca de Río Negro, el número de estaciones del nivel y la frecuencia de observación no son suficientes, y se teme no poder proveer la información de alerta con suficiente precisión que contribuiría a la evacuación. IDEAM planea instalar radares meteorológicos, y a futuro se espera mejorar la precisión de la alerta utilizando los datos de precipitación. Se espera que se estudie el método para utilizar la información de manera efectivo para la evacuación bajo el contexto en que la información utilizable es limitada.	< Estudio en los talleres > Confirmar el tipo y el contenido de la información utilizable, discutir y estudiar el método y la posibilidad para utilizar esta información para la evacuación. Discutir y estudiar los pasos a seguir para mejorar el sistema de observación que contribuye a la mejora del pronóstico y alerta así como la evacuación.
¿Cómo desarrollar las actividades de alerta temprana de inundación basadas en los buenos ejemplos existentes a nivel municipal?	En Colombia avanza la descentralización, en ocasiones existe una gran diferencia en el esfuerzo y el avance en las medidas contra inundación en los municipios. Se observa que algunos municipios tienen buenos ejemplos relacionados con la alerta temprana de inundación, ya sea por esfuerzo propio o con apoyo de las entidades a nivel nacional. Por lo tanto, se espera seleccionar buenos ejemplos de la alerta temprana de inundación a nivel municipal y replicarlos en otros municipios, con el fin de mejorar la calidad general del sistema de alerta temprana de inundación a nivel municipal.	< Confirmación, divulgación y estudio en los talleres > Observar los municipios que implementan actividades de alerta temprana que son buenos ejemplos, divulgar el contenido de estas actividades, y discutir y estudiar la posibilidad de replicar el sistema en otros municipios.
¿Cómo construir e implementar la alerta temprana de inundación con coordinación entre municipios dentro de la cuenca?	El sistema de alerta temprana de inundación en la cuenca de Río Negro principalmente consiste en que la persona encargada del municipio observa el aumento de nivel personalmente e inicia las actividades para la evacuación. Sin embargo, considerando el aseguramiento del tiempo de ventaja para la evacuación, se espera estudiar cómo construir el sistema del pronóstico y la alerta temprana de inundación no solamente en cada municipio sino también por cuenca.	< Estudio de replicación en los talleres > Discutir y estudiar qué tipo de sistema de alerta temprana de inundación se puede construir a nivel de cuenca, incluyendo el estudio de la velocidad de propagación de la onda de inundación. Estudiar el método de construcción de este sistema y replicación en otras cuencas.

- (8) Realización de capacitaciones sobre la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de datos hidrológicos: Finalizado en febrero de 2017

Con respecto a la observación hidrológica y la administración, procesamiento y utilización de sus datos, se realizaron los talleres abajo descritos con enfoque en la utilización de datos hidrológicos y comunicación efectiva de información para pronóstico y alerta de inundaciones.

Tabla 2.15 Lista de talleres relacionados con Resultado 2 ítem (8)

Fecha de realización	Contenido
10 de febrero de 2016	Estudio de campo conjunto (también para los ítems (5) y (6)) (Entrevistas sobre los daños y respuestas a la inundación, así como medidas tomadas después de la inundación en Pacho, municipio ubicado dentro de la cuenca del Río Negro)
16 de febrero de 2016	Introducción del Sistema japonés de pronóstico y alerta de inundaciones y discusión sobre la aplicación en Colombia
25 de febrero de 2016	Estudio de campo conjunto (Observación de un buen ejemplo de Sistema de pronóstico y alerta de inundaciones en Colombia (Soacha, Cundinamarca))
9 de marzo de 2016	Introducción de un buen ejemplo de pronóstico y alerta de inundaciones y discusión sobre aplicación y desarrollo
15 de julio de 2016	Discusión sobre Sistema de alerta temprana con enfoque en coordinación aguas arriba-aguas abajo en la cuenca del Río Negro
19 de julio de 2016	Estudio de campo conjunto (también para los ítems (6) y (11)) (Entrevistas a las entidades de prevención de desastre en Barrancabermeja y Puerto Wilches y observación del Río Magdalena entre estos dos puntos)
22 de julio de 2016	Discusión sobre pronóstico y alerta de inundación y evacuación en el Río Magdalena, del estudio de campo del 19 de julio a través de las entrevistas. (también para el ítem (11))
28 de julio de 2016	Presentación sobre la situación actual relacionada con la alerta temprana entre Útica y Quebrada Negra y evacuación
3 de agosto de 2016	Discusión sobre las futuras directrices relacionadas con la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo para la alerta temprana en la cuenca de Río Negro
17 de febrero de 2017	Taller realizado conjuntamente por la Gobernación y el equipo de proyecto sobre el sistema de alerta temprana de colaboración entre los municipios en la cuenca de Río Negro, realizado con participación de los representantes de los municipios en la cuenca.

Dentro de las actividades realizadas para este ítem, se ha realizado una conferencia sobre la utilización de datos hidrológicos en el proceso de formulación del plan de río dentro de las actividades para el Resultado 1. Con el fin de considerar un sistema de pronóstico y alerta de inundaciones apropiado para las situaciones en Colombia, junto con el estudio de la situación actual de actividades de pronóstico y alerta durante las inundaciones en varios municipios dentro del Río Negro, en los talleres entre febrero y marzo de 2016 se realizaron discusiones sobre el sistema ideal en Colombia teniendo en cuenta la introducción y explicación realizadas por los expertos sobre la metodología para definir el sistema de advertencia y alerta de inundaciones y los parámetros para pronóstico y alerta en Japón. También se realizó una visita a Soacha, Cundinamarca, donde existe un buen ejemplo de observación hidrológica y pronóstico y alerta de inundación con el fin de utilizarlo para pronóstico y alerta de inundaciones a nivel municipal en Colombia. En los talleres realizados en julio y agosto de 2016, se ha realizado una discusión sobre alerta temprana con enfoque en la coordinación aguas arriba-aguas abajo dentro de la cuenca, mientras se confirmaba el sistema actual de los municipios dentro de la cuenca del Río Negro. En este periodo, también se trató el tema del sistema de pronóstico y alerta de inundaciones del Río Magdalena y la evacuación, teniendo en cuenta los resultados del estudio de campo.

Especialmente, para la alerta temprana del río principal de Río Negro, también se realizó un análisis como el que se muestra en la Figura 2.6, y se realizaron discusiones basadas en eso. En el río

principal de Río Negro, desde aguas arriba hacia aguas abajo el nivel alto de agua se propaga en medio día o un día, dando como resultado el aumento del nivel del agua desde un nivel normal al nivel de inundaciones en cuestión de horas. Sin embargo, la alerta del IDEAM sólo se emite 2 o 3 veces al día. Dado este contexto, en los talleres el equipo de expertos y C/P reconocieron la importancia de la comunicación entre municipios aguas arriba y aguas abajo para asegurar la ventaja en el tiempo de respuesta al desastre y evacuación.

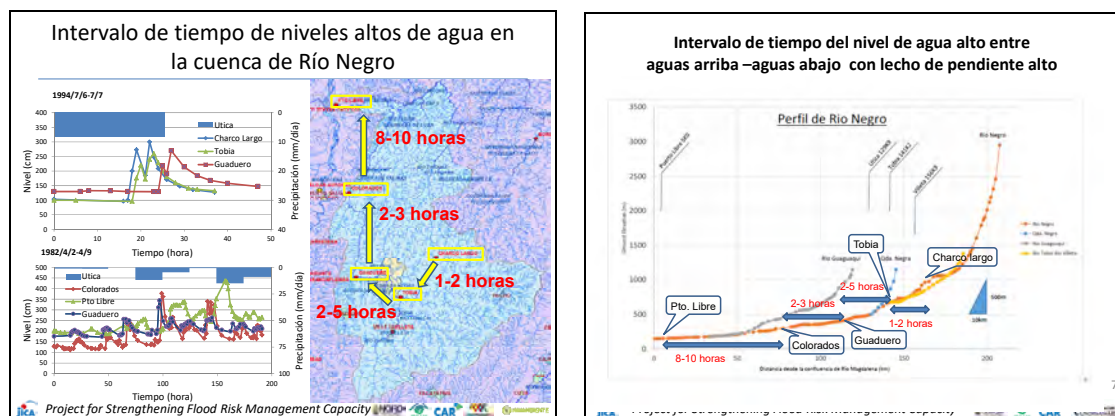


Figura 2.6 Análisis de la velocidad de la propagación de ondas de inundación

Aunque IDEAM y CAR avanzan la ordenación de las estaciones de precipitación y nivel para pronóstico y alerta de inundación en la cuenca de Río Negro, la resolución temporal y espacial todavía no es suficiente. También a través de las discusiones en los talleres y entrevistas en los lugares que experimentaron daños de inundación, se confirmó que existe la posibilidad preocupante de no poder asegurar suficiente tiempo de ventaja para la evacuación puesto que la metodología principal de la operación de pronóstico y alerta actualmente es la respuesta local en cada municipio (reconocimiento del riesgo por observación de nivel por funcionario encargado).

Teniendo esto en cuenta, se realizó un “Taller de alerta temprana de los municipios de la cuenca de Río Negro” en el municipio de Guaduas en la cuenca de Río Negro, bajo liderazgo de la Gobernación de Cundinamarca, con apoyo de CAR y UNGRD, el día 17 de febrero de 2017. En este taller participaron 11 de los 24 municipios dentro de la parte cundinamarquesa de la cuenca de Río Negro, incluyendo alcaldes, funcionarios de la planeación o encargados del riesgo, y bomberos. El equipo de expertos presentó el resultado del análisis de la propagación de la ola de inundación y del tiempo de ventaja, la Gobernación presentó el resumen del sistema de alerta temprana para la comunidad, y CAR explicó la colaboración dentro de la cuenca para la actualización de POMCA. Los participantes reaccionaron positivamente, expresando la voluntad de tomar acciones de manera inmediata frente a los resultados del análisis del equipo de expertos y las ideas para la colaboración. No solamente C/P sino también los municipios relevantes reconocieron la importancia de la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo antes de la ocurrencia de inundación.





“Taller de alerta temprana de los municipios de la cuenca de Río Negro” en el municipio de Guaduas

<Análisis del resultado de actividades>

A través de las conferencias, discusiones y los trabajos concretos en los talleres, claramente C/P ha profundizado la comprensión sobre el estudio del sistema de alerta temprana efectivo que utiliza los datos hidrológicos y las características del río, de manera concreta y práctica.. Especialmente, el taller para el estudio del pronóstico y alerta temprana que se logró realizar bajo el liderazgo de C/P invitando los municipios dentro de la cuenca se considera como un gran avance

Después de la finalización de las actividades relacionadas con el Resultado 2, se logró profundizar aún más el conocimiento a través del estudio del pronóstico y la alerta de inundación y la operación concreta para la comunicación de información.

Adicionalmente, C/P reconoce la necesidad de realizar un taller como el que se realizó en el municipio de Guaduas para materializar el sistema estudiado en este plan. Se espera la realización del mismo bajo el liderazgo de la Gobernación y CAR y con el apoyo de otras entidades de C/P.

En apéndice-4, se adjuntan las Recomendaciones para la alerta temprana de inundación para Colombia, teniendo en cuenta los conocimientos agredidos a través de las actividades para el Resultado 2.

2.1.3.4. Trabajos relacionados con el Resultado 3: “Se aclaran y fortalecen las funciones y responsabilidades del Gobierno Nacional, Departamental y Municipal relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones”

- (9) Recolección, procesamiento y análisis de información básica de cada entidad relacionada con la gestión de la cuenca: Finalizado en junio de 2016

En cuanto a la situación colombiana relacionada con el manejo de cuenca, se organizó la información básica relacionada con el manejo de cuenca que posee cada entidad. Se organizó la jurisdicción relacionada con la gestión del riesgo de inundaciones que tienen las entidades C/P (las 4 entidades iniciales) basado en los resultados del estudio de los textos existentes.



Tabla 2.16 Jurisdicción relacionada con la gestión del riesgo de inundaciones de las entidades C/P

Entidad	Jurisdicción relacionada con la gestión del riesgo de inundación
UNGRD	<p>En 2012, entró en vigencia la Ley 1523, y UNGRD se hizo responsable de implementar una nueva política de prevención de desastres, la implementación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SNGRD), la coordinación de las partes interesadas, y el desarrollo de la capacidad técnica, etc. Es miembro de los consejos y comités del SNGRD y sirve como secretaria permanente con la responsabilidad de implementar la política de prevención de desastres del país.</p> <p>En cuanto a la gestión del riesgo de inundación, desempeña un papel en la emisión y la difusión de alertas de inundación, pero no tiene una obligación legal. Cuenta con departamentos que tienen capacidades técnicas relevantes relacionadas con las responsabilidades de MADS, IDEAM, CAR que tienen responsabilidades legales.</p>
IDEAM	<p>Es la única institución pública que cubre toda Colombia en materia de observación meteorológica hidrológica, pronósticos y alertas e investigación relacionada, etc. Desempeña un papel muy importante en el desarrollo ambiental sostenible del plan de desarrollo nacional y la implementación de la estrategia de prevención de desastres. Específicamente, lleva a cabo levantamientos y observaciones hidrometeorológicas de alta precisión, proporciona información/datos meteorológicos hidrológicos efectivos para la gestión de riesgos y sistemas de alerta temprana, y es una organización que trabaja arduamente para gestionar el riesgo de desastres, incluida la prevención de desastres, la reducción de desastres, la adaptación al cambio climático, etc.</p>
CAR	<p>Es una organización responsable de la gestión de recursos hídricos y la gestión de cuencas hidrográficas basada en políticas ambientales. De las cuatro corporaciones autónomas regionales que operan en las provincias de Cundinamarca, que es la prefectura objeto de esta cooperación técnica, CAR es responsable de la gestión de la cuenca piloto de Río Negro y la formulación de POMCA.</p> <p>Además de estar obligado a formular POMCA, está obligado a apoyar la formulación del plan municipal del que son responsables los municipios como POT, y en particular, el apoyo técnico en la parte de evaluación de riesgos del plan municipal. Además, en restauración y reconstrucción después del desastre, es responsable del diseño y de la gestión de la construcción.</p>
Departamento de Cundinamarca	<p>Desarrolla e implementa un plan de gestión de riesgo de desastres a nivel de departamento, y también recopila información de desastres. Con respecto a las inundaciones, es responsables de comunicar la información hidrológica a los municipios, y comunica a los municipios interesados los informes hidrológicos meteorológicos recibidos del IDEAM y el CAR y las advertencias de inundación del IDEAM. Además, junto con las corporaciones autónomas regionales, también apoya a los municipios para desarrollar planes municipales.</p>

En cuanto a las entidades que no hacen parte de C/P y que coleccionan una cantidad considerable de información, se realizo entrevistas con un cuestionario preparado en (1) entre julio y agosto de 2015, poco después del inicio del proyecto. La Tabla 2.17 presenta las entidades entrevistadas.

Tabla 2.17 Entidades entrevistadas e información de interés por recolectar

Entidad	Información de interés por recolectar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Geográfico Agustín Codazzi : IGAC</li> <li>• Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible : MADS</li> <li>• Servicio de Geológico Colombiano: SGC</li> <li>• Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio : MVCT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organigrama</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión de cuenca y riesgo de inundaciones</li> <li>• Leyes y decretos relevantes</li> </ul>

La información obtenida a través de las entrevistas con cada entidad se presenta en la Tabla 2.18. Como resultado de este estudio, se determinó que es necesario involucrar al Ministerio de Ambiente

y Desarrollo Sostenible en las actividades ya que es una entidad importante desde el punto de vista de manejo de cuenca y control de inundación. Se decidió solicitarles a las demás entidades el apoyo en la provisión de datos según lo necesario.

Tabla 2.18 Información recolectada en las entrevistas

Entidad	Información recolectada
Instituto Geográfico Agustín Codazzi : IGAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización: IGAC hace parte del DANE, y tiene responsabilidad de recolectar, acumular y publicar conocimiento geográfico. Existen 23 oficinas regionales, y cuenta con más de 4000 funcionarios, entre ellos geólogos y ingenieros civiles.</li> <li>• Presupuesto: presupuesto de 2015 fue 2900,000,000 pesos.</li> <li>• Responsabilidad en el manejo de cuenca y la gestión del riesgo de inundación: recolectar información geográfica que se utiliza en el manejo de ríos y cuencas así como la gestión del riesgo de inundación (levantamiento topográfico público, ordenación de sistema de georeferenciación, labores relacionados con la actualización de SIG), y formular mapas de amenaza de desastres de sedimento, de acuerdo a la ley 1523. Respuesta a la emergencia en caso de desastre según la solicitud de UNGRD.</li> <li>• Decreto relacionado: 1440 de 1935, etc.</li> </ul>
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible : MADS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MADS elaboró las guías para la incorporación de la gestión del riesgo en POMCA en 2013.</li> <li>• Un papel importante de MADS es la gestión ambiental, y también delimita áreas para la conservación ambiental. Aunque el propósito principal es la conservación ambiental, seguramente puede el área desde el punto de vista de prevención de desastre también. El resultado del estudio de área de conservación hace parte de POMCA y POT.</li> <li>• El papel de MADS en la gestión del riesgo de inundación es la formulación de política. Es importante incorporar el concepto de la gestión del riesgo en la gestión ambiental, y desea crear estándar de la gestión de riesgo.</li> <li>• Actualmente se están elaborando el plan estratégico para 5 cuencas incluyendo Magdalena-Cauca, y coordinación y acuerdo entre los sectores en el estudio de la política son de la responsabilidad importante de MADS.</li> </ul>
Servicio de Geológico Colombiano: SGC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SGC desarrolla las metodologías para la zonificación influenciada por fenómenos relacionados con movimientos de masa (ZAMM).</li> <li>• Se considera que la evaluación de amenaza de "inundación que incluye sedimentos producidos por deslizamiento o colapso de pendiente" es la responsabilidad de la entidad</li> <li>• La evaluación de riesgo también es la responsabilidad de la entidad, aunque actualmente la entidad no es suficientemente grande para ella.</li> <li>• Probablemente trabajará conjuntamente con el Departamento o los municipios en el estudio relacionado con los sedimentos si ellos les solicita la colaboración a SGC.</li> </ul>
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio : MVCT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVCT realiza la revisión de 354 POT, un documento que se elabora en todos los municipios del país.</li> <li>• Sufren de daños de inundación en la temporada de lluvia ya que en los últimos 25 años las personas han empezado a vivir en zonas donde anteriormente no habitaban debido al aumento de la población.</li> <li>• SGC se responsabiliza de la evaluación de amenaza de movimientos de masa y sismos, mientras IDEAM y UNGRD lo realizan conjuntamente para la inundación. En Colombia, en 2014 por la Ley 1807 se establecieron guías para la evaluación de amenaza. Sin embargo, actualmente los municipios tienen poca capacidad para realizar la evaluación de riesgo.</li> <li>• Es necesario proyectar los daños en toda la cuenca en las medidas contra la inundación; sin embargo, el POT se diseña en cada municipio. Actualmente no se realizan estudios fuera de la jurisdicción de cada municipio, y la evaluación de amenaza posiblemente no se está realizando de manera apropiada.</li> </ul>

En cuanto a las entidades relevantes que descubrimos a través de las discusiones de (10) (CORMAGDALENA, CIRMAG, DNP), se realizaron reuniones individuales con cada una de ellas según lo necesario para recolectar y organizar información. La Tabla 2.19 presenta las responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones de cada entidad.

Tabla 2.19 Responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones de cada entidad relevante

Entidad	Responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones
CORMAGDALENA	<p>Como organización que reporta directamente a la presidencia y que tiene jurisdicción sobre el desarrollo básico del río Magdalena, tiene el siguientes responsabilidades principales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recuperación y aseguramiento de la navegabilidad y la actividad del puerto fluvial</li> <li>2. Conservación y utilización del territorio nacional (dentro de la cuenca)</li> <li>3. Generación y transmisión de energía eléctrica</li> <li>4. Uso y protección de la pesca y los recursos naturales renovables</li> </ol> <p>CORMAGDALENA avanzó en la formulación de políticas y planes de manejo de cuencas hidrográficas del río Magdalena, y en 2013 creó el Plan Maestro de Aprovechamiento (PMA) en la cuenca del río Magdalena. Este plan existente (PMA) se compone de cuatro pilares de "navegación", "generación de energía hidroeléctrica", "gestión ambiental", "otros planes", y las medidas contra las inundaciones y la descarga de sedimentos se clasifican como parte de "gestión ambiental" y "otros planes".</p>
CIRMAG	<p>Está posicionado como un centro de investigación técnica de CORMAGDALENA (estudio e investigación). Se cerró en marzo de 2018 durante la implementación del proyecto.</p>
DNP	<p>El Director del DNP es miembro del Consejo Nacional de Gestión de Riesgos, el máximo órgano de la toma de decisión de SNGRD. En la etapa de prevención, es responsable de la formulación y el monitoreo del plan nacional de desarrollo y la presupuestación y operación del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.</p> <p>En la etapa de respuesta al desastre, además de encargarse de preparar el presupuesto temporal necesario para las actividades de las organizaciones nacionales de socorro (bomberos, brigada de socorro militar), apoyaremos la respuesta de alerta temprana de UNGRD e IDEAM como miembros del SNGRD.</p> <p>Durante la etapa de restauración/ reconstrucción, opera el Fondo Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres.</p>

Los retos principales relacionados con el Resultado 3, que fueron identificados a través del estudio de línea base y las actividades durante el primer año del proyecto, pueden organizarse en la Tabla 2.20. Para el Resultado 3, se realizaron actividades del ítem (10), utilizando los siguientes métodos para solucionar los problemas.

Tabla 2.20 Retos principales relacionados con el Resultado 3 y métodos para solucionar los problemas

Retos principales	Análisis de los retos	Métodos para solucionar los problemas
¿Cómo repartir responsabilidades entre las entidades a nivel nacional y a nivel regional y realizar las actividades de manera efectiva y eficaz para la reducción del riesgo de inundación?	El administrador del río y la entidad responsable por el control de inundación no están claros, y varias entidades relevantes realizan actividades con poca articulación sin una clara repartición de responsabilidades. Como resultado de la descentralización por la Constitución de 1991, la responsabilidad de los municipios se incrementó, y como resultado, los municipios en teoría son responsables por la evaluación de amenaza y medidas contra la inundación. Sin embargo, ellos no coordinan entre aguas arriba y aguas abajo para enfrentar fenómenos de inundación que afecta a varios municipios (por ejemplo, no se estudia la relación de ubicaciones del punto de generación de inundaciones y objetivos de la protección), y la entidad responsable de este ejercicio tampoco es clara. Es necesario aclarar la repartición de responsabilidades de las entidades relevantes para la reducción del riesgo de inundación.	< Comprensión mutua y discusión en los talleres > Profundizar la comprensión sobre las actividades que cada entidad ya está poniendo en práctica y su justificación legal y estudiar la repartición de responsabilidades apropiada.
¿Cómo compartir la información relacionada con la gestión del riesgo de inundación?	No se organiza de la manera uniforme la información relacionada con el control de inundación. No está claro qué entidad posee qué clase de información, y tampoco se comparte la información muy frecuentemente. Para realizar un control de inundación efectivo, evitar la duplicación de actividades, y compartir la información entre entidades relevantes a futuro, es necesario confirmar qué entidad tiene qué tipo de información con qué grado de precisión de información y categorizarla, así como aclarar qué tipo de información falta por conseguir.	< Confirmar el contenido de la calidad que cada entidad posee a través de la recolección de datos > Coleccionar datos requeridos en las actividades del proyecto y a la vez confirmar y organizar el tipo y la calidad de la información que cada entidad posee. Discutir y estudiar el método para compartir la información.

(10) Construcción del sistema de colaboración y cooperación: Finalizada en marzo de 2018

Se realizaron discusiones en los talleres con el fin de presentarles a las entidades C/P y relevantes la información existente e información recolectada y categorizada a través de las entrevistas así como elaborar una propuesta relacionada con la ordenación del sistema de implementación de la gestión del riesgo de inundación, incluyendo la repartición efectiva y eficaz de responsabilidades entre el gobierno nacional y el gobierno regional para la reducción del riesgo de inundación. A continuación se presenta la Tabla 2.21 que muestra talleres relacionados con el Resultado 3 que se realizaron.

Tabla 2.21 Lista de talleres relacionados con el Resultado 3 ítem (10)

Fecha de realización	Contenido
23 de octubre de 2015	Plan de ordenación de río en Japón, entidades relevantes en la cuenca del Río Magdalena (también para el ítem (6))
3 de noviembre de 2015	Pasos de formulación del plan de río para Cuencas del Río Magdalena y del Río Negro, repartición de responsabilidades de entidades relacionadas (también para el ítem (6))
10 de noviembre de 2015	Repartición de responsabilidades de entidades relacionadas (también para el ítem (6))
16 de febrero de 2016	Discusión sobre la repartición de responsabilidades de entidades relacionados (cuenca del Río Magdalena) (también para el ítem (6))
2 de marzo de 2016	Discusión sobre la repartición de responsabilidades de entidades relacionados (cuencas del Río Magdalena y del Río Negro) (también para el ítem (6))
5 de octubre de 2016	Discusión sobre la participación de CORMAGDALENA y CIRMAG en este proyecto.
28 de octubre de 2016	Discusión sobre la participación de CORMAGDALENA y CIRMAG en este proyecto.
12 de octubre de 2017	Discusión sobre la repartición de responsabilidades con respecto a la reducción del riesgo
25 de octubre de 2017	Discusión sobre la repartición de responsabilidades con respecto a la reducción del riesgo
14 de febrero de 2018	Discusión sobre con la repartición de responsabilidades en las medidas de reducción del riesgo de inundaciones
23 de febrero de 2018	Discusión sobre la repartición de responsabilidades en las medidas de reducción del riesgo de inundaciones
1 de marzo de 2018	Explicación sobre ideas concretas sobre las medidas estructurales en la cuenca de Río Negro, y discusión sobre la repartición de responsabilidades en las medidas de reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca de Río Negro



Discusión sobre la repartición de responsabilidades

<Actividades entre octubre de 2015 y agosto de 2017>

En los talleres, basados en los pasos de formulación del plan de río, preparados en las actividades del Resultado 1, se realizó una discusión entre C/P y entidades relacionadas con respecto a la repartición actual de responsabilidades y repartición ideal de estas, en cada etapa de planeación, evaluación, implementación, administración y mantenimiento.

Con respecto a la cuenca del Río Magdalena, en las discusiones de octubre y noviembre de 2015, se descubrió que la Constitución de 1991 hace a CORMAGDALENA responsable de la ordenación básica de este río, que en los últimos años MADS está elaborando la política estratégica de la macrocuenca, y que estas dos entidades serán los actores centrales en la ordenación del Río Magdalena en términos básicos. Por lo tanto, MADS, quien había estado asistiendo a los talleres como entidad relacionada desde octubre de 2015, se hizo C/P oficial en CCC de febrero de 2016. CORMAGDALENA participó en los talleres a partir de febrero de 2016 como entidad relacionada, de manera activa en las actividades (principalmente de Resultado 3) del proyecto y en las discusiones. C/P reconoció las responsabilidades de cada entidad con respecto a la ordenación del Río Magdalena de la siguiente manera:

- IDEAM: observación meteorológica e hidrológica de la cuenca, modelación hidrológica e hidráulica del cauce principal, pronóstico y alerta de inundaciones
- UNGRD: actividades de gestión de riesgo de desastres
- Departamento de Cundinamarca y CAR: actividades que concuerdan con las políticas de CORMAGDALENA y MADS, apoyo a los municipios
- MADS: formulación de estrategia
- CORMAGDALENA: formulación del plan de gestión de cuenca en las áreas bajo su jurisdicción alrededor del Río Magdalena
- Municipios: definición e implementación de medidas, administración y mantenimiento

Como las directrices de ordenación teniendo en cuenta la cuenca entera y la formulación de plan de ordenación a mediano y largo plazo son de alta prioridad en Colombia, tras varias discusiones se confirmó que un mecanismo con participación tanto de entidades relacionadas, como de las entidades que investigan las regiones en cuestión, será de suma importancia.

A continuación se presenta un resumen aproximado de la repartición de responsabilidades sobre gestión de riesgo de inundaciones en la cuenca piloto del Río Negro:

- IDEAM: observación meteorológica e hidrológica de la cuenca, modelación hidrológica e hidráulica del cauce principal, pronóstico y alerta de inundaciones
- UNGRD: actividades de gestión de riesgo de desastres
- CAR: observación meteorológica e hidrológica de la cuenca, modelación hidrológica e hidráulica, estudio de medidas estructurales, actividades para incorporar riesgo de inundaciones en POMCA, apoyo a los municipios
- Departamento de Cundinamarca: apoyo a los municipios
- MADS: formulación de estrategia
- Municipios: definición e implementación de medidas, administración y mantenimiento

En la formulación IFMP-SZ para la cuenca del Río Negro en este proyecto, el IDEAM y la CAR tendrán los roles principales.

En las discusiones se confirmó con CORMAGDALENA y MADS que en la formulación de IFMP-SZ para el Río Negro, es necesario coordinar con los municipios ubicados cerca del punto de confluencia. Puesto que este tipo de definición de políticas está relacionada con POMCA, se reconoció la importancia de los resultados de este proyecto. También se aclaró que toma de decisiones para implementar las medidas concretas contra inundaciones es responsabilidad (o se basa en los criterios) de los municipios (o alcaldes). Se reconoció que esta es la principal problemática al formular e implementar las medidas contra inundaciones a nivel de la cuenca.

En el plan inicial, el primer borrador de recomendaciones se iba a publicar en 2015; sin embargo, las discusiones en 2 talleres durante el año no fueron suficientes, y se decidió dejar tareas sobre la repartición de responsabilidades en 2015 y continuar con la discusión en el año 2016. En esta ocasión se elaboró el primer borrador de recomendaciones con los resultados de discusiones en los talleres entre febrero y marzo de 2016 y discusiones para otro resultado en los talleres entre abril y mayo. Se decidió que este borrador sería revisado en las actividades concretas para la formulación del plan de gestión de riesgo de inundaciones en el Resultado 4 específicamente.

Se decidió realizar de manera continua la categorización de la información que poseen las entidades relevantes como parte de las actividades (Ítem (4)) para recolectar información básica relacionada con la formulación de IFMP-SZ de la cuenca de Río Negro.

<Actividades desde octubre de 2017>

En los talleres realizados el 12 de octubre y el 25 de octubre de 2017, se realizaron las discusiones sobre la repartición de responsabilidades para la formulación del plan de gestión de inundaciones y la repartición de roles para la implementación de proyectos relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones, a base de actividades pasadas. En el taller del 25 de octubre, con la participación de expertos de estadía a corto plazo (especialista Baba del Departamento de Medio Ambiente Mundial de JICA), se explicaron los antecedentes históricos o administrativos de la gestión de los ríos japoneses, y la discusión avanzó con consejos apropiados de los expertos, teniendo en cuenta la situación actual de Colombia.

En los 3 talleres realizados entre febrero y marzo de 2018, se agregaron detalles y explicaciones al material elaborado sobre la repartición de responsabilidades en el estudio y la implementación de medidas de reducción del riesgo de inundaciones en los 2 talleres realizados en octubre de 2017. Esto se resumió en una tabla con el fin de facilitar la discusión concreta sobre las responsabilidades, y realizó una discusión junto con la explicación sobre las medidas estructurales concretas. En esta discusión, el lanzamiento y el papel de CARMAC<sup>3</sup> en la macrocuenca Magdalena - Cauca se introdujeron desde C / P y CARMAC se agregó al debate sobre el reparto de roles como una organización responsable de la gestión del riesgo de inundación.

Se elaboró la siguiente tabla de repartición de responsabilidades en el taller, y se confirmó que es correcta entre los participantes.

---

<sup>3</sup> CARMAC es un consejo ambiental regional de la macrocuenca, compuesto por MADS, ministerios relacionados, CAR y departamentos basados en el Decreto 1076 de 2015 y el Decreto 050 parcialmente modificado de 2018. CARMAC se establece por cada macrocuenca. El reglamento operativo para CARMAC Magdalena-Cauca fue aprobada mediante acta de CARMAC Magdalena-Cauca con fecha del 30 de Noviembre de 2017. A partir de marzo de 2018, solo se confirmó que CARMAC Magdalena-Cauca estaría operando en cinco macrocuencas. Algunos de los alcances de CARMAC son participación en la formulación y seguimiento del Plan Estratégico de la Macrocuena y promovier acuerdos interinstitucionales e intersectoriales y acciones estratégicas en las macrocuencas.

Tabla 2.22 Repartición detallada de responsabilidades para el estudio y la implementación de medidas de reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca de Río Magdalena

Ítems para implementar				Gobierno nacional				Entidades regionales			
				UNGRD	CARMAC	MADS	IDEAM	COR MAGDALENA	Departamento	CAR	Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación? ¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)	Actual	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
			Ideal	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
		¿La causa de la inundación?	Actual				Implementación en inundaciones grandes		Implementación en inundaciones medianas		△
	Evaluación integral y organización de los problemas		Ideal				○	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
			Actual						△		
			Ideal	○	○	○	Apoyo (solo amenaza)	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones - Definición del área de conservación - Definición de la escala de diseño		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
	¿Dónde se implementarán estas medidas? - Definición del caudal de diseño - Definición de área de inundación - Estudio de costo-beneficio		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
Implementación de medidas estructurales (Dique)	Estudio y diseño		Ideal	○			Proveer información	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
	Obras		Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo
	Mantenimiento y administración		Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	○	○	○
Implementación de medidas no estructurales (administración de llanuras inundables)	Política y guía		Ideal			○					
	Estudio y planeación / Regulación / Monitoreo		Ideal							○ solo area admin	

○: Entidad principal



Tabla 2.23 Repartición detallada de responsabilidades para el estudio y la implementación de medidas de reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca Río Negro

Ítems para implementar			Gobierno nacional			Entidades regionales			
			UNGRD	MADS	IDEAM	CUNDINAMARCA (Departamento)	CAR	Municipio	
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	Apoyo en caso de inundaciones grandes		Proveer información	Apoyo en inundaciones mediana		○	
		¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)							
		¿La magnitud de los daños?							
		¿La causa de la inundación?							
Evaluación integral y organización de los problemas (Actual)							△		
Evaluación integral y organización de los problemas (Ideal)			Apoyo			Apoyo	○	Apoyo	
Study measures	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Actual)						Apoyo	○	
	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Ideal)			○	Proveer información		○	○	
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (Actual)						Apoyo	○	
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (Ideal)			○	Proveer información		○	○	
Implementar medidas estructurales	Ordenación de estructuras de prevención de inundaciones	Muro de contención (flood wall), Protección de orilla, etc	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
	Control de sedimentos	Obras de presas de retención de sedimento (sabo)	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
		Dragado en la parte de la confluencia del tributario	Estudio			Proveer información		○	
			Obras (dragado etc.)	Apoyo			○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración				○	○	○
	Medidas no estructurales	Regulación del uso de suelo	Creación de mapa de reducción de riesgo de desastres (inundación) (Mapa DRR)	Recolección de la información e identificación de áreas de inundación			○		○
Análisis de escorrentía e inundación						Apoyo		○	
Creación y distribución de mapa de reducción de riesgo de desastres						○		○	○
Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables (conservación de los humedales)			Política y guía		○				
Estudio y planeación					Proveer información		○	○	
Regulación / Monitoreo						○	○		
Pronóstico y alerta de inundaciones		Mejoramiento del sistema del pronóstico y alerta de inundación	Observación de la precipitación y el nivel del agua			○	○	○	
			Pronóstico de nivel de agua			○	○	○	
			Organización del sistema (comunicación de información)	○		○	○	○	○
Respuesta a la inundación		Mejoramiento del sistema de respuesta a la inundación	Crear consciencia entre los residentes				○		○
			Mejoramiento del sistema de respuesta a la inundación	○			○		○
			Mejoramiento de la emisión del orden de evacuación				○		○
		Mejoramiento del Actividades de la respuesta a la inundación y establecer albergue	○			○		○	

○ : Entidad principal

<Análisis del resultado de actividades>

Claramente entre los participantes se logró una mejor comprensión de la importancia de la gestión de riesgo de inundaciones y actividades concretas relacionadas, así como la necesidad de generar comprensión y coordinación entre las entidades relacionadas, a través de las discusiones con entidades de las C/P y otras afines. C/P ha expresado que este tipo de discusión y coordinación entre entidades gubernamentales, eran necesarias desde antes y se mostró satisfecho de que esto se logró a través de este proyecto. Las discusiones con C/P y las entidades relacionadas se han realizado no solamente en los talleres para el Resultado 3 sino también en todos los demás talleres de manera activa y sin falta, y se logró profundizar el conocimiento sobre la situación actual y repartición de responsabilidades a través de ellas. Se puede afirmar que la realización de estos talleres en sí contribuyó a la construcción de un sistema de coordinación y cooperación entre entidades relacionadas con la gestión de riesgo de inundaciones en Colombia.

Los resultados se incorporaron en la parte sobre la repartición de responsabilidades en IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (Parte D), elaborada como parte de las actividades para el Resultado 4. En apéndice-5, se adjuntan las Recomendaciones sobre la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones entre los gobiernos locales y gobierno central en Colombia, teniendo en cuenta los conocimientos agredidos a través de las actividades para el Resultado 3.

**2.1.3.5. Trabajo relacionado con el Resultado 4: Se fortalece la capacidad de la planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de la gestión integral del riesgo de inundaciones**

Las actividades relacionadas con el Resultado 4, consistieron en apoyar la formulación del IFMP-SZ en la cuenca del Río Negro y se crearon guías para dicha formulación. Se brindó el apoyo la formulación del IFMP-RP para el Río Magdalena con el fin de aclarar la posición de la cuenca del Río Negro dentro de la cuenca del Río Magdalena, y luego se brindó el apoyo en la formulación de IFMP-SZ teniendo en cuenta el balance con el río principal.

Los retos principales relacionados con el Resultado 4, que fueron identificados a través del estudio de línea base realizado al inicio del proyecto (julio-agosto, 2015) pueden organizarse en la Tabla 2.24. Para el Resultado 4, se realizaron actividades de los ítems (11) a (15), utilizando los siguientes métodos para solucionar los problemas.

**Tabla 2.24 Retos principales relacionados con el Resultado 4 y métodos para solucionar los problemas**

<b>Retos principales</b>	<b>Análisis de los retos</b>	<b>Métodos para solucionar los problemas</b>
¿Cómo introducir la formulación del plan y evaluación a nivel de cuenca y desde el punto de vista de ingeniería del río?	En cuanto al control de inundación y la administración del río, actualmente no se realizan la formulación de plan y el estudio de medidas a base de la ingeniería del río, ni se realiza la evaluación económica. Tampoco está clara la repartición de responsabilidades. Se espera estudiar e introducir la metodología de la formulación del plan de gestión del riesgo de inundación desde el punto de vista integral.	< Estudio y práctica en los talleres > Estudiar la metodología para la formulación de planes apropiada para Colombia, a través de las actividades de la formulación del plan en el proyecto piloto. Al estudiar esto, también se debe estudiar la repartición de responsabilidades. Elaborar la guía para compartir esta metodología.

**(11) Apoyo a la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena: Finalizado en mayo de 2017**

En cuanto a este ítem, se realizaron discusiones entre C/P y otras entidades con respecto a teorías y metodologías para formular el plan de río en el contexto de este proyecto como parte de las actividades del Resultado 1. Como resultado, se decidió que las actividades de formulación del plan de río para Río Magdalena se realizarán de la siguiente manera.

**<Directrices básicas relacionadas con la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena>**

En el Río Magdalena existe una entidad que administra la ordenación básica llamada CORMAGDALENA. Esta entidad fue creada bajo la Constitución de 1991, y con la Ley 161 de 1994, inició la operación concreta a partir de 1996 rindiendo cuentas directamente a la Presidencia. Su función principal es 1. Recuperar y garantizar la navegabilidad y las actividades

portuarias, 2. Protección y utilización del territorio (dentro de la cuenca), 3. Generación hidroeléctrica y distribución de energía, 4. Utilización y protección de la pesca y recursos naturales renovables.

CORMAGDALENA ha avanzado en la formulación de la política de gestión del Río Magdalena y plan por fase, y en 2013 se formuló el Plan maestro para la cuenca del Río Magdalena (PMA, siglas en inglés). Este PMA existente consiste en 4 puntos principales que son “navegación”, “generación hidroeléctrica”, “gestión ambiental”, y “otros planes”, Las medidas contra inundaciones y escorrentía de sedimentos pertenecen a “gestión ambiental” y “otros planes”.

Después de revisar este plan, se determinó que es suficientemente sólido para considerarse como un plan maestro de la cuenca del Río Magdalena y que las medidas contra inundaciones señaladas en este son, apropiadas al nivel de plan maestro si se considera la posición de inundaciones dentro del plan. El objetivo del estudio de la cuenca del Río Magdalena (estudio del plan de cuenca) en este proyecto es “establecer el posicionamiento de la cuenca Río Negro, para la cual se elaborará IFMP-SZ, dentro de la cuenca del Río Magdalena (río principal) y las condiciones en el punto de confluencia del Río Negro con el Río Magdalena” (Directrices de implementación y anotaciones de instrucciones de trabajo), y aunque es posible complementar los estudios pasados relacionados con inundaciones, en caso de que sean insuficientes, no es el objetivo formular un plan que contemple temas relacionados con la cuenca del Río Magdalena de manera integral.

Por consiguiente, los resultados de este proyecto serán las escrituras adicionales que se estudiarán y elaborarán como parte de las actividades del proyecto en áreas que pueden ser consideradas como insuficientes en el plan existente de CORMAGDALENA, como la comprensión y análisis del fenómeno de inundaciones, por ejemplo, con el fin de elaborar “IFMP-RP (plan provisional<sup>4</sup>) para el Río Magdalena”. También se organizarán las metodologías de comprensión y análisis del fenómeno de inundaciones en una guía, puesto que este tipo de estudio será necesario para la formulación de planes similares en otras cuencas hidrográficas (ríos principales).

Tomando como base estas directrices, se han explicado las metodologías de comprensión de características del río, proceso y características de inundación (volumen que reciben las llanuras inundables) del Río Magdalena, y se realizaron el análisis de características de inundación del tramo medio del Río Magdalena como tarea de C/P. A continuación se presenta la lista de talleres realizados relacionados con este ítem.

---

<sup>4</sup> Como no se realizaron los levantamientos topográficos en este proyecto, los planes formulados tanto en la cuenca del río Magdalena como en la cuenca de Río Negro serán planes provisionales.

Tabla 2.25 Lista de talleres relacionados con el Resultado 4 ítem (11)

Fecha de realización	Contenido
4 de mayo de 2016	"Propuesta de manual de formulación del plan de río", características de daños de inundaciones en el Río Magdalena (también para los ítems (5) y (6))
11 de mayo de 2016	Características de daño de inundaciones en el Río Magdalena y del Río Negro (también para los ítems (5) y (6))
17 de mayo de 2016	Formulación del plan de río para el Río Magdalena (también para el ítem (6))
15 de julio de 2016	Discusión sobre plan de río del Río Magdalena desde el punto de vista de protección contra inundaciones, medio ambiente del río y navegación (también para el ítem (6))
19 de julio de 2016	Estudio de campo conjunto (también para los ítems (6) y (8)) Entrevistas a las entidades de prevención de desastre en Barrancabermeja y Puerto Wilches y observación del Río Magdalena entre estos dos puntos
22 de julio de 2016	Reflexión sobre el estudio de campo del día 19 de julio (también para el ítem (6)), discusión sobre el proceso de inundación en 2010 en el Río Magdalena (también para ítems (5) y (6)), y discusión sobre la capacidad de retención de llanuras inundables, discusión sobre pronóstico y alerta de inundación y evacuación en el Río Magdalena del estudio de campo del 19 de julio a través de las entrevistas (también para el ítem (8)).
28 de julio de 2016	Estudio de volumen de inundación en el Río Magdalena (también para el ítem (6))
13 de octubre de 2016	Introducción y explicación de las directrices básicas relacionadas con la formulación del IFMP-RP, explicación detallada y discusión sobre las actividades de C/P en agosto-septiembre (análisis de inundación del tramo medio del Río Magdalena).
19 de octubre de 2016	Introducción de los contenidos de las actividades concretas para la definición de la zona del río de parte de CAR, discusión técnica sobre el análisis del volumen de inundación del Río Magdalena.
31 de octubre de 2016	Introducción de la metodología de la definición de la zona del río de parte de MADS, su explicación y la discusión, la explicación del ejemplo (real) de aplicación de la metodología de MADS de la definición de la zona del río y discusión, la explicación del contenido general del plan de río para el Río Magdalena y el resultado del análisis de inundación en el tramo medio del Río Magdalena y la discusión.
10 de febrero de 2017	Discusión sobre los ítems necesarios y el plan de trabajo para la formulación del borrador de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional) y de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal) (también para el ítem (12)).
20 de febrero de 2017	Confirmación del proceso final de de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional).
30 de mayo de 2017	Confirmación final de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional), introducción y explicación de la parte de análisis de parte de C/P dentro del plan provisional.

El análisis de inundación realizado por IDEAM se incorporó en el borrador de de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional) elaborado por el equipo de expertos, el cual se distribuyó y se explicó en el taller. Después, se incorporaron los comentarios entregados por las entidades C/P y entidades relacionadas en la versión final, la cual fue entregada en PDF a C/P después de la explicación en el taller del 30 de mayo de 2017. Se adjunta IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional) en apéndice-6.



Figura 2.7 Comparación y estudio de la inundación real de 2010-2011 y el valor calculado

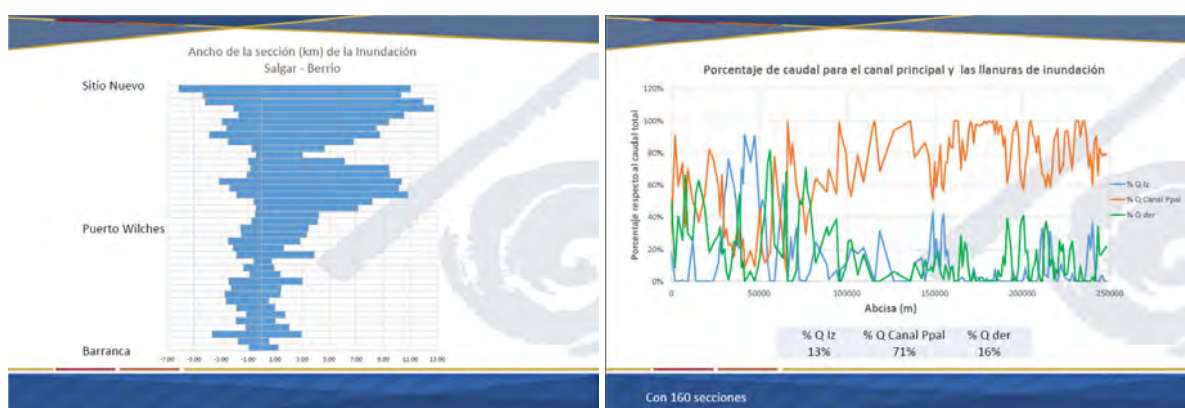


Figura 2.8 Estudio relacionado con la proporción del caudal en las llanuras inundables del banco izquierdo y banco derecho

<Análisis del resultado de actividades>

A través de las actividades, se creó y se profundizó el conocimiento común de las entidades C/P acerca de la inundación en el Río Magdalena y los retos. Se destacó especialmente el fortalecimiento de la capacidad de análisis de IDEAM quien realizó la mayoría del análisis. Se descubrió durante el proceso de finalizar IFMP-RP para el Río Magdalena (plan provisional) que en las inundaciones de 2010-2011, el Río Magdalena superó el cauce normal y la inundación expandió aproximadamente 15 km dentro de las llanuras inundables en el tramo medio donde ocurrieron inundaciones grandes (desde Sitio Nuevo hasta cerca de Barrancabermeja). Por lo tanto, es necesario estudiar la inundación del Río Magdalena, incluyendo las llanuras inundables. Dentro de las medidas para la reducción de inundación, la retención de inundación utilizando las ciénagas es una medida realista y efectiva, y se destacó que es indispensable la medida de conservación de las llanuras inundables incluyendo las ciénagas. Se sugirió la revisión de la Ronda Hídrica, la cual regula “el cauce normal +30m” del río como regulación del uso de suelo para la administración de llanuras inundables como ítems a estudiar a futuro.

Después de la finalización de las actividades relacionadas a este ítem, se organizaron los ítems necesarios para la formulación de IFMP-RP el Río Magdalena (plan principal) y se elaboró un plan de trabajo como parte de las actividades. Adicionalmente, se elaboraron las guías para la formulación de IFMP-RP como parte de las actividades del ítem (15), teniendo en cuenta las lecciones aprendidas en las actividades para la formulación del plan de río para el Río Magdalena (plan provisional).

(12) Organización de ítems requeridos para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena y elaboración de plan de trabajo: Finalizada en octubre de 2017.

Se realizaron los talleres que se presentan en la tabla a continuación con el fin de estudiar las actividades que se deberían realizar en Colombia después de finalizar este Proyecto (plan de trabajo) relacionadas con el Río Magdalena (para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)).

Tabla 2.26 Lista de talleres relacionados con este ítem

Fecha	Contenido
10 de febrero de 2017	Discusión sobre los ítems necesarios y plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal) (también para el ítem (11))
20 de febrero de 2017	Discusión sobre el plan de trabajo de IFMP-RP para el Río Magdalena
30 de mayo de 2017	Discusión sobre la finalización del plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena y revisión del mismo
5 de junio de 2017	Confirmación final del plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)
26 de julio de 2017	Introducción y divulgación de las estrategias de MADS relacionadas al Río Magdalena Discusión sobre la implementación del plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena y revisión del mismo
2 de agosto de 2017	Explicación y divulgación del resultado del estudio para la formulación de las dritrices de la política en la Cuenca de Magdalena-Cauca, realizado por DNP Discusión continua sobre la implementación del plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)
9 de agosto de 2017	Discusión continua sobre la implementación del plan de trabajo y la firma de un acuerdo entre entidades relevantes para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)
27 de septiembre de 2017	Discusión y confirmación de para concretar y profundizar el plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)
12 de octubre de 2017	Discusión y confirmación de para concretar y profundizar el plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP para el Río Magdalena (plan principal)

En las actividades, primero se presentó el plan de trabajo borrador elaborado por el equipo de expertos para iniciar la discusión, luego se incorporaron las correcciones y los comentarios entregados principalmente por CORMAGDALENA y El Centro de Investigación Científica del Río Magdalena (CIRMAG), y luego, teniendo en cuenta la información de MADS y Departamento Nacional de Planeación (DNP) sobre las actividades pasadas obtenida a través de los talleres, y se realizó la discusión con las entidades relevantes en los talleres. A través de las discusiones, los participantes llegaron al acuerdo en los siguientes puntos sobre la formulación del plan para el Río Magdalena: 1) El plan no incluirá varios sectores sino se enfocará en el componente de inundación, teniendo en cuenta otros sectores; 2) Se realizará el trabajo con la fecha tentativa de la finalización de la formulación de 2023; 3) las entidades principales responsables serán CORMAGDALENA, MADS e IDEAM.



Foto: Discusión sobre el plan de trabajo concreto

Se había finalizado este plan de trabajo en mayo-junio de 2017; sin embargo, como resultado de la discusión con la oficina principal de JICA, se decidió elaborar un plan aún más concreto a partir de julio y agosto de 2017. Se crearon los espacios para la explicación de ítems detallados de cada actividad del plan de trabajo y para la entidad que liderará cada actividad con el fin de formular un plan más concreto. Fue necesario invertir tiempo para que las entidades que participaron en los talleres llegaran al mismo entendimiento de cada actividad, y no llegó a confirmar los últimos ítems en los talleres de julio y agosto, por lo cual la discusión continuó en los talleres de septiembre-octubre de 2017. Ahí finalizamos el plan de trabajo, el cual se anexa en el Apéndice-7.

<Análisis del resultado de actividades>

A través de las actividades, se profundizó el conocimiento de los participantes y se han vuelto más conscientes, ya que se han realizado de manera activa las discusiones sobre las actividades concretas y el sistema necesarios para la planeación de las medidas contra la inundación y su implementación a futuro en el Río Magdalena así como las discusiones sobre los limitantes y retos normativos en Colombia. A partir de 2017, las entidades que se asignaron como líderes de las actividades futuras en las actividades del plan de trabajo, que son MADS, CORMAGDALENA e IDEAM, realizan por iniciativa propia discusiones para la elaboración y la firma del documento de acuerdo de colaboración oficial para las actividades futuras, por lo cual se observa claramente que se han conscientizado sobre la necesidad de las actividades continuas. Este avance se presentó en el 4to CCC realizado el 24 de noviembre de 2017. Se espera en adelante que las entidades C/P y entidades relevantes continúen con las actividades dentro y fuera del proyecto.

#### (13) Consejos para la formulación de IFMP-SZ del Río Negro: Finalizados en junio de 2018

Se realizaron la explicación y discusión sobre el concepto de IFMP y metodologías y pasos para la formulación de plan de río para C/P y otras entidades relacionadas, y como parte de las actividades para el Resultado 1, y se han venido realizando algunas actividades concretas relacionadas a este ítem a partir de febrero de 2017, como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 2.27 Lista de talleres relacionados con el Resultado 4 ítem (13)

Fecha	Contenido
10 de febrero de 2017	Discusión sobre los ítems necesarios y cronograma para la formulación de IFMP-SZ de Río Negro, explicación detallada y discusión sobre las actividades de C/P de noviembre-enero (recolección de información sobre la cuenca de Río Negro)
16 de febrero de 2017	Reunión para la confirmación de la situación de disponibilidad y recolección de información para la formulación de IFMP-SZ para la Cuenca de Río Negro con la Secretaria de Planeación del Departamento de Cundinamarca
17 de febrero de 2017	Discusión relacionada con el sistema de alerta temprana basado en la colaboración entre municipios dentro de la cuenca Río Negro, invitando a los municipios de la cuenca de Río Negro, realizada por el Departamento y el Proyecto.
20 de febrero de 2017	Explicación y divulgación del avance en el análisis hidrológico-hidráulico de parte de C/P en la cuenca de río negro
24 de febrero de 2017	Reunión para para la confirmación de la situación de disponibilidad y recolección de información para la formulación de IFMP-SZ para la Cuenca de Río Negro con la Secretaria de Planeación del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
25 de abril de 2017	Explicación y divulgación de la comprensión de las características de la cuenca de Río Negro (topografía, morfología del río, hidrología) y la situación del avance en el análisis hidrológico-hidráulico (construcción del modelo hidráulico) dela cuenca de Río Negro de parte de C/P
2 de mayo de 2017	Introducción y discusión sobre la manera de considerar la escala de diseño en el IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro.
9 de mayo de 2017	Reconfirmación del proceso de la formulación de IFMP-SZ de la cuenca de Río Negro, discusión sobre el registro histórico de los desastres y el área objetiva del plan, introducción y divulgación de C/P sobre el avance en el análisis hidráulico en la cuenca de Río Negro (condiciones de la confluencia), análisis de precipitación, yanálisis de inundación.
10 de mayo de 2017	Estudio de campo conjunto (Estudio de la cuenca alta de Río Negro (cerca del municipio de Pacho)
15 de mayo de 2017	Participación en el Comité de Cuenca de Río Negro, realizado por CAR, introducción del proyecto y las actividades en Río Negro
26 de mayo de 2017	Reconfirmación del cronograma de la formulación del IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro, el análisis detallado del registro de desastres, selección de las áreas objetivas del plan, discusión sobre la definición de la escala de diseño (práctica de la evaluación del área de inundación proyectada y evaluación económica del control de inundación), introducción y divulgación del avance del análisis de las condiciones hidrológicas durante el desastre en la cuenca de Río Negro de parte de C/P.
1 de junio de 2017	Estudio de campo conjunto (Estudio de inundación en los puntos de daño en la cuenca baja de Río Negro (Puerto Libre, El Dindal))
5 de junio de 2017	Introducción de los resultados del estudio de inundación en los puntos de daño en la cuenca de Río Negro, discusión sobre la escala de diseño y las medidas contra la inundación, introducción y divulgación del avance del análisis de las condiciones hidrológicas durante el desastre en la cuenca de Río Negro de parte de C/P, introducción y distribución de las directrices básicas para la formulación del plan sábado, la ley de la prevención de desastres de sedimentos.



19 de julio de 2017	Estudio del sistema de alerta temprana a través del cálculo de la velocidad de la propagación de la ola de inundación y el tiempo requerido para la evacuación en la cuenca de Río Negro. Explicación y divulgación del resultado del análisis de precipitación y caudal de inundación en la cuenca de Río Negro de parte de C/P y el equipo de expertos
24 de julio de 2017	Estudio de campo conjunto (Estudio de inundación en los puntos de daño en la cuenca baja de Río Negro (Cambrás, Colorados)).
26 de julio de 2017	Introducción de las características, la evolución y el uso del radar meteorológico en Japón Discusión sobre la escala de diseño del IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro
28 de julio de 2017	Estudio de campo conjunto (Estudio de inundación en los puntos de daño en la cuenca baja de Río Negro (Guaduro, Córdoba)).
2 de agosto de 2017	Discusión sobre el plan del sistema de alerta temprana en IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro
13 de septiembre de 2017	Explicación detallada sobre la evaluación económica del manejo de inundaciones y el análisis B / C sobre la premisa de la evaluación de medidas estructurales en IFMP-SZ
22 de septiembre de 2017	Discusión sobre la configuración de la escala de diseño, confirmación de las condiciones sociales del área objetivo y del resultado del estudio de inundaciones
4 de octubre de 2017	Explicación del análisis hidrológico realizado por C / P, explicación sobre el último modelo hidráulico y resultado del análisis y aporte al IFMP-SZ Discusión sobre las medidas estructurales y medidas no estructurales estudiadas en el IFMP-SZ, confirmación / discusión del borrador de mapas de prevención de desastres
12 de octubre de 2017	Discusión sobre la definición de la escala de diseño, confirmación del plan de desarrollo del área objetivo y alcance del plan Discusión de la magnitud de la inundación objetivo de las medidas estructurales
1 de noviembre de 2017	Discusión sobre medidas estructurales en el área objetivo, explicación y discusión del borrador IFMP
23 de febrero de 2018	Explicación y discusión sobre la versión revisada de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro
1 de marzo de 2018	Explicación de las ideas concretas para las medidas estructurales en la cuenca de Río Negro y la discusión sobre la repartición de responsabilidades en las medidas de reducción del riesgo de inundaciones tomanro la cuenca de Río Negro como ejemplo
31 de mayo de 2018	Confirmación y discusión sobre la versión final de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional)
14 de junio de 2018	Confirmación de la versión final de la Parte D del IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional)

Para la formulación de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro, primero el equipo de expertos explicó el borrador de la tabla de contenido de IFMP-SZ, ítems relacionados con la repartición de responsabilidades discutidos en el Resultado 3, el resultado de la categorización de las relaciones entre los ítems de actividad en las guías técnicas de la formulación del plan de río elaboradas por el equipo de expertos. Después, avanzaron la recolección y el análisis de información necesaria adicional para la formulación de IFMP-SZ así como la construcción y el análisis del modelo hidrológico-hidráulico, de parte de C/P.

En los talleres, el equipo de expertos explicó el concepto y la metodología de la comprensión de las características de la cuenca de Río Negro, análisis del desastre, el análisis hidrológico, el análisis hidráulico, el proceso de la planeación, la escala de diseño, el área objetivo del plan y evaluación del plan. Adicionalmente se realizaron las prácticas utilizando los materiales preparados anteriormente, trabajo de implementación de C/P y la explicación y la discusión entre los participantes con el fin de profundizar el conocimiento sobre la formulación del plan de río de C/P y los participantes de las entidades relevantes a través de las actividades concretas. También se realizaron estudios de campo en las zonas que experimentaron daños por inundación para recolectar la información para la comprensión de la situación real del desastre y la calibración del análisis de inundación.

La discusión sobre la escala de diseño fue llevada a cabo teniendo en cuenta la escala de diseño y los resultados del estudio de inundación, área de inundación proyectada como resultado de la simulación, las condiciones sociales del área objetivo, el plan de uso de suelo del área objetivo, y el plan de desarrollo de la zona objetivo. Se discutieron cuál es el área a proteger dentro del área objetivo del plan o el área objetivo de las medidas estructurales, cuál es el área a proteger en términos de la escala de diseño o del área de inundación por profundidad, y por qué se tomó la decisión, etc, y se definió la escala de diseño objetivo. Como conclusión del taller, se acordó definir dos escalas de diseños en este plan, una para las medidas no estructuras (con el fin de evitar víctimas fatales), y otra para las medidas estructurales, aunque la escala de diseño apropiada sería la magnitud de la inundación de abril de 2011, que es la inundación máxima en los últimos años (equivalente al periodo de retorno de aproximadamente 100 años en la cuenca de Río Negro). Esto se debe a que los beneficios para el costo de implementación de las medidas estructurales con esta escala de diseño son bastante bajos, teniendo en cuenta la población y la distribución de bienes en los áreas objetivo de las medidas, y se debe a que estas áreas no tienen proyección de desarrollo a futuro. Como ejemplos concretos de contenidos de discusión de los talleres, se acordó definir la escala de diseño como la magnitud de la inundación de abril de 2011, (equivalente del periodo de retorno de 100 años) para los mapas de reducción de riesgo de desastres (mapa de amenaza en Japón), y usar el periodo de retorno de 50 años para las medidas estructurales en Córdoba, una de las áreas objetivas de IFMP-SZ, ya que es área donde se concentra la población anciana, que es una población vulnerable en los desastres, y se debe proteger la mayor área posible, a pesar de que los beneficios de la implementación de estas medidas no son altos ni es un área sin proyección de desarrollo.

Los resultados de este ítem incluyen el análisis y la categorización del registro del desastre, organización de los datos hidrológicos básicos, análisis de las condiciones hidrológicas de la inundación, la construcción del modelo hidráulico y de inundación, elaboración del mapa de inundación, de la cuenca, entre otros. Algunos de estos resultados se presentan a continuación. En el plan se utilizaron nuevas versiones de los modelos, ya que C/P actualizó el modelo hidráulico y de inundación con nuevos datos topográficos de mejor resolución, comprados en agosto de 2017.



Figura 2.9 Resultados del análisis de inundación con modelo hidráulico actualizado por C/P

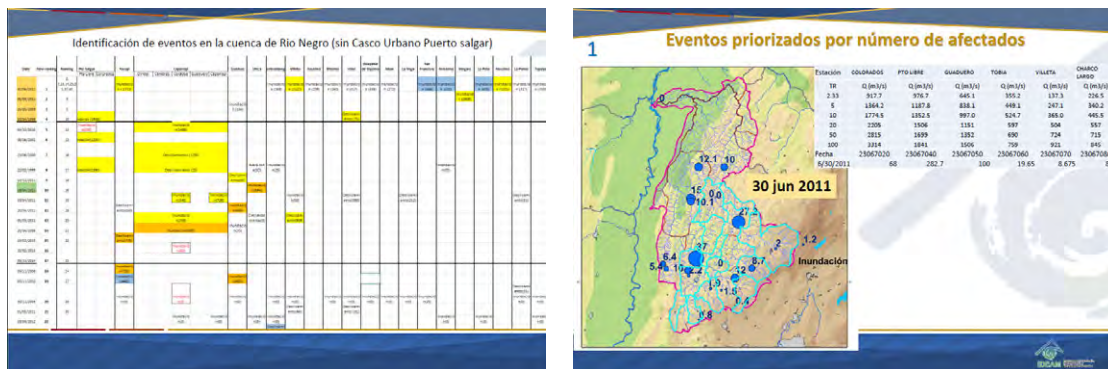


Figura 2.10 Categorización y análisis de las inundaciones grandes pasadas

Se había señalado en las actividades relacionadas con el Resultado 2 que la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo es importante para el estudio relacionado con el sistema de alerta temprana, que es una de las medidas no estructurales incluidas en las medidas contra la inundación de IFMP-SZ. Se comprobó la factibilidad de esto a través de las discusiones sobre los resultados del cálculo teórico de la velocidad de la propagación de la ola de inundación y del tiempo requerido para la evacuación como se muestran en las siguientes figuras, y las entrevistas en los estudios de campo, con el fin de concretar los métodos de operación del sistema, en los talleres de julio-agosto de 2017. En los talleres, se organizaron los retos aclarados en las entrevistas, luego estos se categorizaron según los elementos del plan de sistema de alerta temprana en IFMP-SZ (reconocimiento del peligro, servicio de observación y alerta, difusión y comunicación, y la capacidad de respuesta), y se discutieron sobre el contenido, entidad responsable y el periodo de implementación.

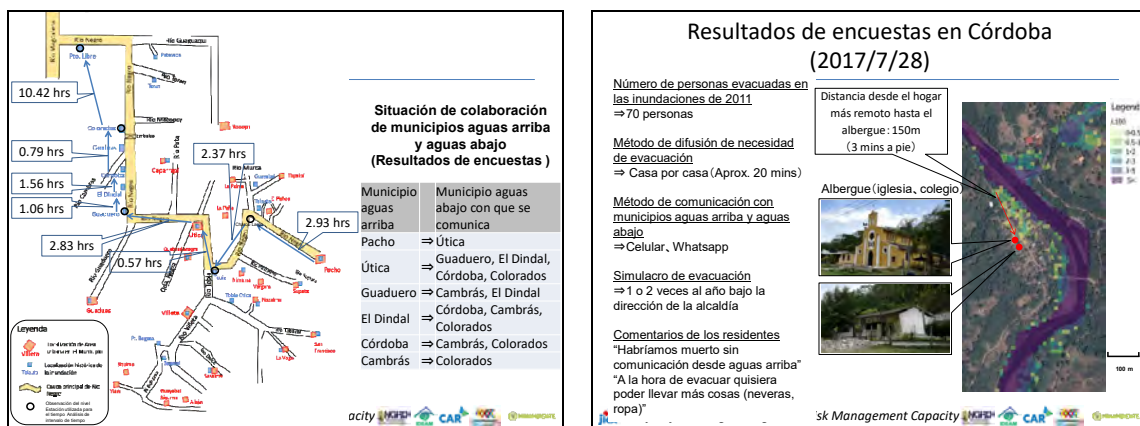


Figura 2.11 Estudio de la velocidad de propagación de la ola de inundación y el tiempo requerido para la evacuación

En el taller, además de lo anterior, se reconfirmó el método de evaluación económica del manejo de inundaciones que es uno de los métodos para considerar la validez de las medidas, se discutieron las opciones de medidas, detalles concretos de medidas estructurales en el área objetivo y el mapa de prevención de desastres. En el taller del 1 de noviembre de 2017, se confirmó el IFMP-SZ (plan provisional) (primer borrador) para la cuenca de Río Negro, que resumió los resultados obtenidos hasta entonces. Luego, en base a los comentarios, correcciones y materiales revisados de C/P sobre IFMP-SZ (plan provisioabal) (primer borrador), modificando los puntos sugeridos por JICA y adicionando los contenidos sobre las actividades realizadas entre febrero y marzo de 2018, IFMP-SZ fue finalizado con apoyo de C/P. Se adjunta el IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional) en apéndice-8.

#### <Análisis del resultado de actividades>

Se profundizó de manera significativa el conocimiento de C/P y entidades relevantes a través del análisis concreto y divulgación del resultado del proceso de formulación del IFMP-SZ, tipos y métodos de uso de los datos necesarios en el plan, limitaciones del contenido del análisis por la resolución de la información, retos de la información hidrológica actualmente categorizada, la complejidad de la relación entre las condiciones hidrológicas en la cuenca piloto y eventos de inundación, el límite en el estudio de medidas estructurales con información limitada, y la importancia de la información. Se observó que ellos entendieron bien los ítems importantes para el plan como la definición de escala, a través de las explicaciones repetidas, discusiones y prácticas utilizando ejemplos concretos de la cuenca piloto. Adicionalmente, se observó que se profundizó gradualmente la comprensión de la importancia y el efecto de las medidas estructurales como medidas para mitigar inundaciones. Sobretudo, se puede concluir que se mejoró en gran medida la comprensión no solamente sobre el proceso de la formulación de IFMP-SZ, sino también sobre el contenido, el significado y los retos de cada ítem en el plan, mediante la experiencia de pasar por todo el proceso de la formulación de IFMP-SZ para la cuenca piloto.

#### (14) Organización de ítems requeridos para la formulación de IFMP-SZ para el Río Negro y elaboración de plan de trabajo: Finalizada en marzo de 2018

Respecto al IFMP de la cuenca de Río Negro, se realizaron los talleres que se muestra en la siguiente tabla para considerar las actividades que se deben realizar en Colombia una vez finalizado el proyecto (plan de trabajo), a fin de que IFMP provisional formulado en este proyecto se convierta en el plan principal en el futuro.

Tabla 2.28 Lista de talleres relacionados con el Resultado 4 ítem (14)

Fecha	Contenido
22 de noviembre de 2017	Organización de ítems necesarios para la formulación de IFMP-SZ (plan principal) para la cuenca de Río Negro, discusión sobre el plan de trabajo, discusión sobre la incorporación de IFMP-SZ en POMCA.
23 de febrero de 2018	Presentación del borrador del plan de trabajo para la formulación de IFMP-SZ (plan principal) para la cuenca de Río Negro
1 de marzo de 2018	Discusión sobre el borrador del plan de trabajo para la formulación de IFMP-SZ (plan principal) para la cuenca de Río Negro

En el taller, se discutió la organización de los ítems necesarios para formular el IFMP-SZ (plan principal) para la cuenca de Río Negro y la naturaleza del plan de trabajo. Al discutir esto, cómo incorporar IFMP en POMCA es una de las condiciones importantes, por lo que se discutió esto también.

En el taller de noviembre de 2017, primero se explicó y se confirmó la diferencia entre el plan provisional y el plan principal que se tenía proyectado en este proyecto. Refiriéndose a la parte de gestión de riesgos de POMCA del río Bogotá creada por CAR, se clasificaron los ítems necesarios para la formulación de IFMP-SZ (plan principal), se discutió el plan de trabajo, y se confirmó la relación de este con la incorporación de IFMP-SZ en POMCA. En la discusión, MADS expresó su intención de incorporar el IFMP-SZ en POMCA a través de la incorporación de los resultados de este proyecto en el Protocolo actual del componente de riesgo (que muestra el contenido que se debe incluir en la parte de la gestión del riesgo y su método de estudio). Se confirmó que MADS considera que esto se puede lograr de manera suficiente ya que el Protocolo actual no se ha

finalizado (o legalizado) aunque la guía de la elaboración del POMCA sí se ha legalizado. El proceso de esta legislación depende de la sección jurídica de MADS, y se estima que se demora por lo menos un año, aunque no se sabe con claridad.

En cuanto al IFMP-SZ (plan principal), aunque el plan provisional actual tiene algunos aspectos suficientes como información y método para incorporar a POMCA, es importante discutir los ítems necesarios para convertir el plan provisional en plan principal, ya que hay que comprender lo que falta, lo que se debe hacer en el futuro, y que procesos son necesarios para lograrlo. Los asistentes llegaron al acuerdo de que el IFMP-SZ (plan principal) es necesario.

Dado que la naturaleza y la dirección del plan de trabajo fueron definidas, se organizaron los ítems necesarios para formular el IFMP-SZ (plan principal) y se realizó un debate concreto sobre el plan de trabajo en el taller entre febrero y marzo de 2018. Se confirmó que CAR liderará las actividades futuras en la cuenca de Río Negro y se revisó los ítems necesarios y el cronograma ideal. El plan de trabajo fue confirmado finalmente y aprobado por C/P en el taller de marzo de 2018. Se adjunta el plan de trabajo para la formulación de IFMP-SZ (plan provisional) para la cuenca de Río Negro en apéndice-9.

(15) Elaboración de guías para la formulación de IFMP-RP y IFMP-SZ: Finalizada en junio de 2018

Las actividades de este ítem fueron estudiadas por el equipo de expertos en paralelo con los ítems de actividad (11) y (13), y en el taller de febrero de 2018, el equipo de expertos presentó y explicó el borrador de la guía a C/P, y la discusión comenzó. La siguiente tabla muestra los talleres realizados relacionados con este ítem. Como se muestra en la tabla, el borrador de la guía fue discutida intensamente en la reunión técnica y el taller entre febrero y marzo de 2018.

Tabla 2.29 Lista de talleres relacionados con el Resultado 4 ítem (15)

Fecha	Contenido
9 de febrero de 2018 (reunión técnica)	Explicación y discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-RP
14 de febrero de 2018	Explicación y discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-RP
20 de febrero de 2020 (reunión técnica)	Discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-RP
23 de febrero de 2018	Discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-RP Explicación y discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-SZ
1 de marzo de 2018	Discusión sobre el borrador de la guía para la formulación de IFMP-SZ
31 de mayo de 2018	Confirmación y discusión sobre el borrador final de la guía para la formulación de IFMP-SZ
7 de junio de 2018	Confirmación y discusión sobre el borrador final de la guía para la formulación de IFMP-RP
14 de junio de 2018	Confirmación final de la guía para la formulación de IFMP-RP y la guía para la formulación de IFMP-SZ

Las discusiones sobre el borrador de la guía para la formulación del IFMP-RP se centraron particularmente en las definiciones de la guía, la posición de la guía, entidades objetivo de la guía (entidades responsables de la formulación de IFMP-RP), cuencas hidrográficas (ríos) objetivo de la guía.

Estas discusiones se realizaron de manera activa. En cuanto a la cuenca hidrográfica (río) objetivo de la guía, el plan inicial fue preparar IFMP-RP para cada macrocuenca de Colombia. Sin embargo, debido lo siguiente, se creó una nueva definición llamado "río principal", y C/P estuvo de acuerdo de que la cuenca de los "ríos principales" serán los objetivos de la guía.

- Hay cinco cuencas en Colombia clasificados como "macrocuencas", una de las cuales es el Río Magdalena. Sin embargo, la cuenca del Río Magdalena (-Cauca) es la única macrocuenca que es de un sólo río (un solo sistema de drenaje) y cuya área de cuenca en su totalidad se encuentra en Colombia.
- Por ejemplo, la macrocuenca Amazonas sólo se refiere a una parte colombiana de la cuenca del Río Amazonas, un río internacional. La parte colombiana de esta cuenca se puede dividir en varias cuencas. La macrocuenca Caribe se refiere a un grupo de subzonas hidrográficas ubicadas a lo largo de la costa Caribe (varios ríos).
- El Río Magdalena y el Río Negro tiene la relación del "río principal-tributario", o "macrocuenca-subzona hidrográfica". La macrocuenca del Río Magdalena (-Cauca) es la única que puede tener esta relación simple con las subzonas hidrográficas.
- El proyecto es centrado en el Río Magdalena y el Río Negro, por lo que el equipo de expertos había definido que una macrocuenca era equivalente de un solo gran sistema de drenaje. Sin embargo, C/P expresó inconformidad con esta definición debido a las condiciones de otras macrocuencas.
- Pensando de nuevo en la relación "río principal-tributario", y buscando la definición del "río principal" para subzonas hidrográficas que cuentan con una definición legal sólida, se decidió proponer el concepto del "ríos principales", que tienen como sus tributarios las subzonas hidrográficas.

Por lo tanto, se define el "río principal" como "un río que posee una desembocadura en la parte más abajo, o un río que cruzan la frontera del territorio nacional, y está conformado por varias subzonas hidrográficas." La figura a la derecha muestra las cuencas de los ríos principales.

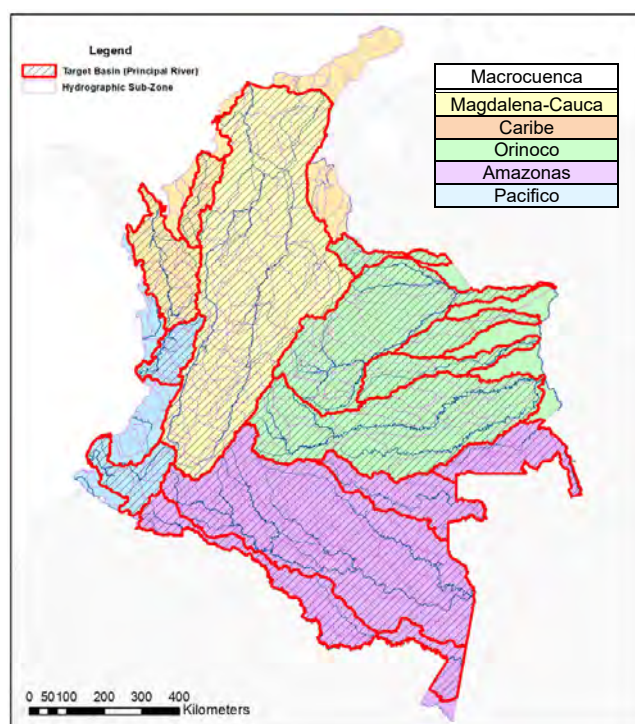


Figura 2.12 Delimitación de los ríos principales



La Figura 2.13 muestra la relación entre IFMP-RP para el río Magdalena, IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro y dos guías correspondientes, todos formulados en el proyecto, y los planes existentes en Colombia.

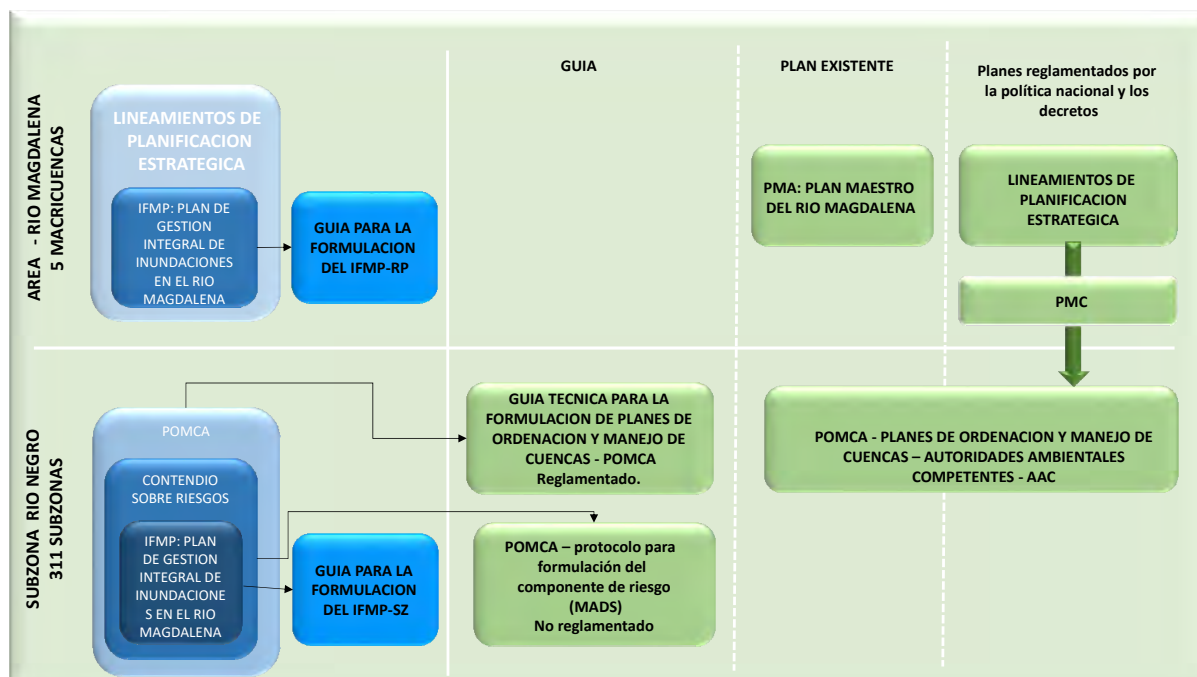


Figura 2.13 Relación entre los productos de este proyecto y los planes existentes en Colombia

Con respecto a la guía para la formulación de IFMP-SZ, C/P solicitó que se incluyeran ejemplos concretos de materiales elaborados por el equipo de expertos que fueron utilizados en las actividades de formulación de IFMP-SZ, como el cuestionario sobre daño por inundación pasado utilizado en el estudio de campo, la tabla utilizada para la discusión de la repartición de responsabilidades, etc. En el taller de marzo de 2018, se acordó agregar estos ejemplos concretos y los procesos concretos del análisis hidrológico e hidráulico así como procesos de la evaluación económica.s e hidrológicos para la planificación y el procedimiento concreto de evaluación económica.

Después del taller en marzo de 2018, los comentarios de C/P, las revisiones y los materiales revisados fueron reflejados en la guía, y se realizaron correcciones y adiciones basadas en los comentarios de JICA. En junio de 2018, ambas guías fueron finalizadas. Se adjuntan las guías para la elaboración de IFMP-RP y IFMP-SZ apéndices-10 y 11.

<Análisis del resultado de actividades>

En las actividades, se realizaron discusiones activas, particularmente sobre las definiciones de la guía, la posición de la guía, entidades objetivo de la guía (entidades responsables de la formulación de IFMP-RP), cuencas hidrográficas (ríos) objetivo de la guía. Se observó que se profundizó aun más la comprensión de C/P sobre la posición y la necesidad de IFMP (tanto RP como SZ), las responsabilidades de las entidades relevantes en la formulación de IFMP (tanto RP como SZ), y el balance entre el río principal y los tributarios en IFMP (tanto RP como SZ). Asimismo, se espera que las actividades para la formulación de IFMP-RP para el río Magdalena (plan principal) se realicen con esta guía, que se estudie el plan por río principal en el CARMAC, y que se realicen estudios de otras subzonas con la metodología de la guía, puesto que se logró una mejor comprensión sobre el contenido de la guía mediante las discusiones. Adicionalmente, se considera que estas actividades se

podrán avanzar con la fuerza legal cuando los contenidos de la guía se incorporen en el Protocolo para la elaboración de la parte de la gestión del riesgo en POMCA y el Protocolo se legalice. Se espera que la incorporación en el Protocolo y su legalización se realicen dentro de unos años a partir de la finalización del proyecto.

### 2.1.3.6. Trabajos para todos los periodos del proyecto

#### (16) Capacitaciones especiales en Japón: Finalizadas en noviembre de 2017

Se realizaron tres series de capacitaciones especiales en Japón después de las discusiones sobre el programa y los invitados. A continuación se presenta el resumen de las capacitaciones.

<Resumen de la primera serie de capacitaciones especiales en Japón >

#### 1) Periodo de capacitaciones

15 de de noviembre de 2015 – 3 de diciembre de 2015 (19 días)

#### 2) Número de participantes

5 personas (2 de perfil ejecutivo y 3 técnicos)

Tabla 2.30 Lista de participantes

	<b>Nombre y apellido</b>	<b>Cargo</b>	<b>Periodo de participación</b>
I	UNGRD		
1	Sr. Julio Cesar González Velandia	Profesional Especializado Subdirección de Conocimiento del Riesgo de Desastres a cargo de Inundaciones	15 de noviembre - 3 de diciembre
II	IDEAM		
2	Sr. Nelson Omar Vargas Martínez (Ejecutivo)	Subdirector de Hidrología	15 de noviembre-22 de noviembre
III	CAR		
3	Sr. Cesar Clavijo Rios (Ejecutivo)	Director Técnico/ Zootecnista Especialista Gestión Pública	15 de noviembre-28 de noviembre
4	Sra. Heidy Milena Castillo Montano	Profesional Especializado- Ingeniera civil especialista en planeacion ambiental y manejo integral de los recursos naturales	15 de noviembre - 3 de diciembre
IV	Departamento de Cundinamarca		
5	Sr. Jaime Matiz Ovalle	Profesional Especializado- Unidad Administrativa de Gestión de Riesgos de Desastres de Cundinamarca	15 de noviembre - 3 de diciembre

#### 3) Contenido de capacitaciones

Se procura profundizar el conocimiento acerca de la situación actual de la gestión de inundaciones y ríos en Japón (políticas, estrategias, régimen administrativo, proceso de formulación y contenido del plan de río y de inundación, repartición de responsabilidades entre entidades, medidas implementadas para la reducción de riesgo de inundaciones (medidas estructurales y no



estructurales)) para utilizarlo no solamente en las actividades del proyecto sino también en la formulación futura de estrategias para gestión de inundaciones y ríos en Colombia”.

#### 4) Lugares de visitas

- MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río, Sala internacional
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Centro de pronóstico de desastres de agua
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de río de aguas abajo de Arakawa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de río de aguas arriba de Arakawa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de gestión integral de la represa Tenryu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de desarrollo integral y obras del Río Mibu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas abajo del Río Kiso
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kinki, Oficina de río del Río Yodo
- MLIT, Centro de investigación integral de política tecnológica para territorio nacional, Sala de investigación de ríos
- MLIT, Centro de investigación integral de política tecnológica para territorio nacional, Sala de investigación de desastres de agua
- Agencia de Meteorología de Japón, Departamento de asuntos generales, Sección de planeación, Sala internacional
- Prefectura de Nagano, Oficina de construcción de Suwa
- Ciudad de Kiotanabe, Sala de construcción de ciudad con seguridad
- Centro de investigación de ingeniería civil ICHARM
- Centro de investigación de ingeniería civil, Centro de investigación de coexistencia con la naturaleza
- Centro de futuro de la humanidad y prevención de desastres

#### 5) Resultado de capacitaciones

Los participantes realizaron una exposición que resume los resultados de las capacitaciones en la reunión de reporte final, el último día de las capacitaciones.

Comparando Japón con Colombia, los participantes señalaron que Colombia tiene política de descentralización y cada entidad involucrada toma medidas independientes sin que exista una guía al nivel estatal, mientras en Japón el Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo, una entidad a nivel estatal, tiene el liderazgo en la gestión de ríos, teniendo en consideración a cada sector. También destacaron la necesidad de mejorar la calidad de pronóstico y observación meteorológicos e hidrológicos para emitir alertas más locales.

En cuanto al objetivo del plan de ordenación de río, comentaron que en Japón se define a un plazo de 20-30 años mientras en Colombia los plazos son mucho más cortos y expresaron su deseo de incorporar lo aprendido en estas capacitaciones en los planes de acción desde un punto de vista a largo plazo.

En cuanto a la “Ley del río y el “Manual de elaboración de mapa de áreas con probabilidad de inundación” que los participantes solicitaron durante las capacitaciones, en el proyecto continuaremos trabajando con este material y conversaremos acerca de cómo utilizar este conocimiento en Colombia.



La primera serie de capacitaciones especiales en Japón (izquierda: aguas debajo del río Arakawa, derecha: Museo de control de inundación del río Arakawa)

#### 6) Ítems de interés de los participantes de las capacitaciones según los resultados de la encuesta

Se realizó una encuesta bajo la dirección de TIC (Centro Internacional Tokio JICA) después de la serie de capacitaciones especiales en Japón, sobre los resultados y el diseño de las capacitaciones así como los aprendizajes y conocimientos adquiridos en Japón. En la siguiente tabla se presentan los ítems de interés de los participantes según los resultados de esta encuesta.

Tabla 2.31 Ítems de interés de los participantes de la primera serie de capacitaciones especiales en Japón

Preguntas	Respuestas
¿Cuál ítem fue especialmente beneficioso?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Repartición de responsabilidades entre entidades relevantes, colaboración y coordinación entre el estado, las prefecturas y los municipios.</li> <li>✓ Sistema de alerta, pronóstico de la precipitación y predicción de desastres</li> <li>✓ Ley del río en Japón</li> </ul>
¿Cuál ítem no fue incluido en las capacitaciones que debería ser incorporado?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Método de participación de los residentes</li> <li>✓ Manejo de inundaciones en la prefectura</li> </ul>
¿Qué conocimiento, técnica o tecnología adquirió usted que puede contribuir a la solución de problemas en su país?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las políticas sobre el desarrollo y ordenación del río, reducción del riesgo de inundaciones y reducción de desastres</li> <li>✓ Manejo de sedimentos y obras de medidas para mitigar inundaciones</li> <li>✓ Observación y predicción de desastres, herramientas de la administración de alertas de inundaciones</li> <li>✓ Coordinación entre el estado, las prefecturas y los municipios bajo el liderazgo del MLIT</li> <li>✓ Elaboración y distribución de los mapas de amenaza de inundación</li> </ul>

## 7) Seguimiento después de las capacitaciones

En el taller realizado el día 16 de febrero de 2016 y el CCC realizado el día 23 de febrero de 2016, los participantes de la primera serie de capacitaciones especiales explicaron y compartieron con las entidades C/P y personas relevantes los aprendizajes, los conocimientos y las experiencias adquiridos en las dichas capacitaciones. Asimismo, se realizó la discusión sobre las maneras en las cuales estos pueden ser incorporados en la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. En un espacio aparte, los participantes informaron a JICA Colombia sobre lo aprendido en las dichas capacitaciones.

Con respecto al Ley del Río de Japón, que fue el ítem más solicitado de parte de C/P en la encuesta, el equipo de expertos tradujo la versión en inglés al español, y esta se distribuyó entre C/P. También se explicó el tema de Ley del Río en el taller realizado el día 11 de mayo de 2016. Adicionalmente, en cuanto al “Manual de elaboración de mapa de áreas con probabilidad de inundación”, se explicó la metodología de elaboración en el Manual en el taller realizado el día 28 de julio de 2016.

### <Resumen la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón >

#### 1) Periodo de capacitaciones

6 de de noviembre de 2016 – 23 de noviembre de 2016 (18 días)

#### 2) Número de participantes

12 personas (4 personas de perfil ejecutivo y 8 personas de perfil técnico)

Tabla 2.32 Lista de participantes

	Nombre	Cargo	Periodo de participación
I	UNGRD		
1	Sr. Martín Mauricio Mazo Villalobos	Profesional Especializado de la Subdivisión de conocimiento	6-23 de noviembre
II	IDEAM		
2	Sr. Jorge Andrés Gonzáles Rojas	Profesional Especializado del Grupo de Operación de Redes Ambientales	6-23 de noviembre
3	Sr. Fabio Andres Bernal	Profesional Especializado (Specialized Professional and Assigned Professional to the Project)	6-23 de noviembre
III	CAR		
4	Sr. Rafael Iván Robles López	Asesor de Direccion General para el tema de Riesgos de Disastres (Advisor of General Director for Disaster Risk)	6-23 de noviembre
5	Sra. Maryeny Caraballo Hueso	Técnico Ambiental para POMCA (Emvironmental Technician for POMCA)	6-23 de noviembre
IV	Departamento de Cundinamarca		
6	Sr. William Barreto Rodríguez	Subdirector de manejo y atención de emergencias	6-23 de noviembre

7	Sr. Wilson Leonard García Fajardo	Subgerente de Infraestructura (Sub-director of Infrastructure) Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICUU	6-23 de noviembre
V	MADS		
8	Sr. Henry Leonardo Gomez Castiblanco	Coordinador del Grupo de Gestión del Riesgo	6-23 de noviembre
9	Sra. Luz Francly Navarro	Profesional Especializado (Specialized Professional)	6-23 de noviembre
VI	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena-CORMAGDALENA		
10	Sra. Claudia Sofia Martinez	Profesional Especializado (Specialized Professional)	6-23 de noviembre
VII	Centro de Investigaciones Científicas del Río Magdalena Alfonso Palacios Rudas CIRMAG		
11	Sr. Cesar Garay	Director Ejecutivo (Executive Director)	6-19 de noviembre
VIII	Departamento Nacional de Planeación DNP		
12	Sr. Diego Rubio	Profesional de apoyo a la gestión (Professional of Management Support)	6-23 de noviembre

### 3) Contenido de capacitaciones

Se procura profundizar en el conocimiento acerca de la situación actual de la gestión de inundaciones y ríos en Japón (políticas, estrategias, régimen administrativa, proceso de formulación y contenido del plan de río y de inundación, repartición de responsabilidades entre entidades, medidas implementadas para la reducción de riesgo de inundaciones (medidas estructurales y no estructurales)) para utilizarlo no solamente en las actividades del proyecto sino también en la formulación futura de estrategias para gestión de inundaciones y ríos en Colombia”.

### 4) Lista de lugares de visita

- MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río, Sala internacional
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Centro de pronóstico de desastres de agua
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de río de aguas abajo de Arakawa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de río de aguas arriba de Arakawa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de Shimodate
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de Río de Keihin
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de gestión integral de represa Tenryu, Sección de Gestión de la Represa Miwa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de desarrollo integral y obras del Río Mibu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas abajo del Río Kiso
- MLIT, Centro de investigación integral de política tecnológica para territorio nacional Sala de investigación de ríos
- Agencia de Meteorología de Japón, Departamento de asuntos generales, Sección de planeación, Sala internacional
- Prefectura de Nagano, Oficina de construcción de Suwa

- Prefectura de Kanagawa, Oficina de ordenación de Prefectura, Sección de ríos y alcantarillado
- Prefectura de Kanagawa, Oficina de ingeniería civil de Atsugi
- Ciudad de Yamato, Sección de gestión de amenazas
- Centro de investigación de ingeniería civil, ICHARM
- Centro de investigación de ingeniería civil, Centro de investigación de coexistencia con la naturaleza

Teniendo en cuenta los comentarios de C/P en la primera serie de capacitaciones especiales en Japón, se agregó en la lista de lugares de visita las oficinas encargadas de la administración del río a nivel de prefectura (concretamente la Prefectura de Kanagawa). Adicionalmente, se fortaleció el contenido de Sabo (se asignó un día completo para la visita al río y otro día completo para la visita a la represa sabo en lugar de visitar el río y la represa Sabo en un sólo día en la Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu). También se agregó la visita al lugar de daños de inundación de 2016 (Río Kinu bajo la jurisdicción de la Oficina de río de Shimodate).

#### 5) Resultado de capacitaciones.

Sr. Fabio Andrés Bernal de IDEAM realizó una exposición en inglés que resume los resultados de las capacitaciones en la reunión de reporte final, el último día de las capacitaciones. Después de la presentación, cada participante hizo un comentario sobre las capacitaciones.

En esta presentación, se mencionaron algunas palabras claves para los ítems aprendidos en esta serie de capacitaciones especiales que se pueden aplicar o replicar en Colombia. Los participantes compartieron el concepto de que la introducción de obras de Sabo y el estudio de la repartición de responsabilidades entre las entidades relevantes son importantes. Se esperaba realizar discusiones en el periodo restante del proyecto para definir detalles sobre cómo implementar estos ítems en Colombia. En cuanto al proyecto de sabo, como se describe en 7) en la página siguiente, el equipo de expertos explicó y proporcionó los manuales relacionados con el propósito de llevar a cabo el proyecto de sabo en Colombia. Con respecto a la repartición de roles, se llevaron a cabo discusiones activas en el taller del Resultado 3 y talleres de otros resultados.

Como lo que ellos esperan de este proyecto a futuro, se mencionaron el manual para la presa Sabo y la propuesta de la fase 2 del proyecto.

Por último, como idea sobre el contenido de las capacitaciones del próximo año para los los participantes, se mencionaron la relación entre el Ministerio de Ambiente, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca y las medidas contra inundación así como contenidos enfocados en las obras de Sabo y conservación del medioambiente.



La segunda serie de capacitaciones especiales en Japón (izquierda: punto de ruptura del dique del río Kinu, derecha: presa sabo de Wazo)

6) Ítems de interés de los participantes de las capacitaciones según los resultados de la encuesta

Se realizó una encuesta bajo la dirección de TIC después de la serie de capacitaciones especiales en Japón, sobre los resultados y el diseño de las capacitaciones así como los aprendizajes y conocimientos adquiridos en Japón. En la siguiente tabla se presentan los ítems de interés de los participantes según los resultados de esta encuesta.

Tabla 2.33 Ítems de interés de los participantes de la primera serie de capacitaciones especiales en Japón

Preguntas	Respuestas
¿Cuál ítem fue especialmente beneficioso?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Repartición de responsabilidades entre entidades relevantes</li> <li>✓ Obras y medidas de sabo</li> <li>✓ Sistema de monitoreo</li> <li>✓ Registro de desastres pasados</li> <li>✓ Medidas municipales para evitar desastres</li> <li>✓ Ley del río en Japón</li> <li>✓ Plan de obra de prevención de desastres, recuperación del río</li> </ul>
¿Cuál ítem no fue incluido en las capacitaciones que debería ser incorporado?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Temas relacionados con la formulación de IFMP</li> </ul>
¿Qué conocimiento, técnica o tecnología adquirió usted que puede contribuir a la solución de problemas en su país?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación y pronóstico utilizando el índice de suelo-precipitación</li> <li>✓ Ordenamiento de infraestructura e inversión a largo plazo</li> <li>✓ Principios de la protección de vida humana</li> <li>✓ Colaboración y cooperación entre entidades relevantes, el administrador del río y zonas de administración del río</li> <li>✓ Medidas de sabo y para maderas de deriva, estudio de impacto ambiental de diferentes medidas y obras</li> <li>✓ Prioridad de las medidas para mitigar inundaciones en la administración del río</li> <li>✓ Uso de espacio del río</li> </ul>

7) Seguimiento después de las capacitaciones

En el taller realizado el día 10 de febrero de 2017 y el CCC realizado el día 22 de febrero de 2017, los participantes de la segunda serie de capacitaciones especiales explicaron lo aprendido en dichas capacitaciones. Compartieron con los asistentes los conocimientos y las experiencias, presentando qué aprendió en cada lugar de visita, qué diferencias existen entre Japón y Colombia, qué elementos se pueden aplicar en Colombia, cómo aplicar estos elementos, qué hay que implementar en Colombia a futuro, qué tipo de apoyo se requiere en este proyecto y en el futuro, etc. Asimismo, se realizó la discusión sobre las maneras en las cuales estos pueden ser incorporados en la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia.

En la presentación de la reunión de informe en el último día de las capacitaciones así como en la encuesta, los participantes de las capacitaciones solicitaron la inclusión de ciertos ítems en este proyecto. Dentro de estos ítems, en cuanto al manual de sabo, se distribuyó entre C/P la versión en español del “Criterios técnicos para las obras de río (inclusive-SABO) Guía práctica para la planeación” en el taller realizado el día 24 de febrero de 2017. Adicionalmente, en el taller realizado el día 5 de junio de 2017, se explicó el contenido general y se distribuyó entre C/P la versión en español de “Guía de Criterio Técnico para establecer el Plan Maestro de Sabo para flujo

de Detritos y Madera de Deriva” y “La Ley relacionada con la promoción de medidas de prevención de desastres de sedimento”.

<Resumen de la tercera serie de capacitaciones especiales en Japón >

1) Periodo de capacitaciones

5 de de noviembre de 2017 – 18 de noviembre de 2016 (14 días)

2) Número de participantes

7 personas de (3 personas de perfil ejecutivo y 4 personas de perfil técnico)

Tabla 2.34 Lista de participantes

	Nombre y apellido	Cargo	Periodo de participación
I	UNGRD		
1	Sr. Carlos Ivan Márquez	Director General	7-11 de noviembre
2	Sr. Juan Carlos Guzmán	UNGRD Coordinador Municipal	5-18 de noviembre
II	IDEAM		
3	Sra. Maria Costanza Rosero	Profesional Especializado	5-18 de noviembre
4	Sra. Eliana Claritza Castro	Profesional Especializado	7-18 de noviembre
III	CAR		
5	Sr. Carlos Antonio Bello Quintero	Director de gestión y evaluación ambiental	5-18 de noviembre
IV	Departamento de Cundinamarca		
6	Sra. Magda Yamile Ruiz	Sub-directo de Conocimiento	5-18 de noviembre
V	MADS		
7	Sra. Yolanda Calderon Larragaña	Asesora- DGIRH	5-18 de noviembre

Sr. Carlos Iván Márquez tenía previsto participar en la primera mitad de la serie de capacitaciones especiales en Japón durante 7 días (fecha de llegada: 5 de noviembre, fecha de partida 11 de noviembre), debido a su compromiso laboral en el país de origen, aunque la serie de capacitaciones especiales tuvo una duración total de 14 días. Sin embargo, la llegada de Sr. Márquez fue atrasada por la lluvia intensa que tuvo el día antes de la fecha prevista de partida en Colombia. Por consiguiente, Sr. Márquez llegó a Japón el día 7 de noviembre y participó en las capacitaciones a partir del día 8 de noviembre.

Sra. Eliana Claritza Castro no logró abordar el vuelo previsto debido a esta lluvia intensa en Colombia. Por lo tanto, ella llegó el día 7 de noviembre en lugar del día 5 de noviembre que era la fecha prevista de llegada, y participó en las capacitaciones a partir del día 8 de noviembre.

3) Contenido de capacitaciones

Se procura profundizar el conocimiento acerca de la situación actual de la gestión de inundaciones y ríos en Japón (políticas, estrategias, régimen administrativo, proceso de formulación y contenido del plan de río y de inundación, repartición de responsabilidades entre entidades, medidas

implementadas para la reducción de riesgo de inundaciones (medidas estructurales y no estructurales)) para utilizarlo no solamente en las actividades del proyecto sino también en la formulación futura de estrategias para gestión de inundaciones y ríos en Colombia”.

#### 4) Lugares de visita

- MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección del plan de río, Sala internacional
- MLIT, Oficina de gestión de agua y protección de territorio, Sección de la prevención de desastres, sala de medidas de mitigación de desastres
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Kanto, Oficina de río de Keihin
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de gestión integral de la represa Tenryu Oficina de apoyo de represa Miwa
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de desarrollo integral y obras del Río Mibu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas arriba del Río Tenryu
- MLIT, Oficina de ordenación de la Región Chubu, Oficina de río de aguas abajo del Río Kiso
- Ministerio de Ambiente Oficina de Medio Ambiente Natural
- Ministerio de Agricultura Silvicultura y Pesca, Oficina de Silvicultura y Pesca
- Oficina del Gabinete, Persona responsable de prevención de desastres
- Prefectura de Nagano, Oficina de construcción de Suwa
- Prefectura de Kanagawa, Oficina de desarrollo de territorio de prefectura, Sección de alcantarillado
- Prefectura de Kanagawa, Oficina de ingeniería civil de Fujisawa
- Ciudad de Yamato, Sección de gestión de crisis
- JICA, Departamento de Medio Ambiente Global

Teniendo en cuenta las solicitudes de C/P, se agregaron el Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca al contenido de la primera y la segunda series de capacitaciones, recortando el cronograma con el fin de incentivar la participación de personas de perfil ejecutivo.

#### 5) Resultado de capacitaciones

Los participantes realizaron una exposición en inglés que resume los resultados de las capacitaciones en la reunión de reporte final el último día de las capacitaciones. Sra. YOLANDA CALDERÓN LARRAGAÑA realizó la presentación en representación de los participantes.

En esta presentación, revisitando el mecanismo de desastres pasados de Colombia, se mencionó una mayor clarificación en la repartición de responsabilidades en Colombia como una tarea futura, a través de la comparación del sistema de administración del río entre Japón y Colombia. Además, se propuso el establecimiento de un centro de pronóstico regional para proporcionar servicios meteorológicos más detallados. Además, aunque este proyecto se ocupa principalmente de las medidas contra las inundaciones en la cuenca media del río Negro, es necesario analizar cómo promover medidas estructurales principalmente en el área aguas del tramo alto, como las presas Sabo principalmente, entre otros. Los participantes llegaron al acuerdo de que estos temas requieren discusiones adicionales.



En esta serie de capacitaciones especiales, se expresó el interés en aprender más detalles sobre la repartición de responsabilidades entre el Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte y Turismo, el Ministerio del Medio Ambiente y la Agencia Forestal. Con base en la solicitud posterior a la capacitación del año pasado, es evidente que tuvo impacto positivo el incorporar visitas al Ministerio del Medio Ambiente y la Agencia Forestal en las visitas de este año. Se decidió que la información que los participantes consideran necesaria será compartida con ellos en el transcurso de las actividades del proyecto de manera apropiada.

También en esta reunión de informe hubo asistencia del Departamento Sudamericano y Centroamericano, Sección Sudamérica, JICA. Se sugirió que es necesario intercambiar opiniones con la Embajada de Colombia, el Ministerio de Relaciones Exteriores, JICA Colombia, y la Embajada de Colombia en Japón para promover la planificación futura. Además, la Embajada de Colombia en Tokio, quien asistió la reunión de informe, expresó que le gustaría contribuir para un mayor desarrollo de la cooperación entre los dos países en el futuro.



La tercera serie de capacitaciones especiales en Japón (izquierda: embalse de retención de río Tsurumi, derecha: presa sabo de Wazo)

#### 6) Ítems de interés de los participantes de las capacitaciones según los resultados de la encuesta

Se realizó una encuesta bajo la dirección de TIC después de la serie de capacitaciones especiales en Japón, sobre los resultados y el diseño de las capacitaciones así como los aprendizajes y conocimientos adquiridos en Japón. En la siguiente tabla se presentan los ítems de interés de los participantes según los resultados de esta encuesta.

Tabla 2.35 Ítems de interés de los participantes de la primera serie de capacitaciones especiales en Japón

Preguntas	Respuestas
¿Cuál ítem fue especialmente beneficioso?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Administración de los ríos en Japón y el Sistema de administración</li> <li>✓ Medidas estructurales y no estructurales</li> <li>✓ Pronóstico meteorológico</li> <li>✓ Mapa de amenaza de inundación</li> <li>✓ Embalses de retención</li> </ul>
¿Cuál ítem no fue incluido en las capacitaciones que debería ser incorporado?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proceso de la construcción de modelo de sabo y su uso</li> <li>✓ Proceso de difusión de información sobre la obra para los residentes</li> <li>✓ Pronóstico hidrológico</li> </ul>

¿Qué conocimiento, técnica o tecnología adquirió usted que puede contribuir a la solución de problemas en su país?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Control de sedimentos con presas sabo</li> <li>✓ Principios del sistema de gestión integral del riesgo de inundaciones</li> <li>✓ Comprensión de las características del área y de los ríos</li> <li>✓ Inversión para la reducción y prevención de desastres</li> <li>✓ Emisión del pronóstico meteorológico y alerta de inundaciones</li> <li>✓ Mapa de amenaza de inundaciones en tiempo real</li> </ul>
--	---

## 7) Seguimiento después de las capacitaciones

Sra. Yolanda Calderón de MADS, la representante de los participantes de la tercera serie de capacitaciones especiales en Japón, explicó y compartió con los asistentes los aprendizajes de las dichas capacitaciones y su aplicación en Colombia, en el 4to CCC realizado el día 24 de noviembre de 2017.

Se considera que en adelante será importante estudiar métodos para compartir el conocimiento y las lecciones adquiridos en las capacitaciones especiales en Japón . Se espera poder compartir en físico y en digital, con las entidades relevantes colombianas, los materiales de las capacitaciones en Japón que fueron autorizados de parte de las entidades que los prepararon.

### (17)Elaboración de informe de avances de trabajo: Finalizada en enero de 2018

Se elaboró y entregó el informe de avance de trabajo (1era versión) en enero 2016 con resumen de las actividades realizadas, avances y resultados logrados entre el inicio del proyecto (julio de 2015) hasta enero de 2016. Se elaboró y se entregó el informe de avance de trabajo (2da versión) en agosto de 2016 con resumen de las actividades realizada hasta agosto de 2016. El informe de avance de trabajo (3ra versión) es un resumen de las actividades realizadas hasta agosto de 2017. El último informe de avance de trabajo (4ta versión) es un resumen de las actividades realizadas hasta enero de 2018, y fue elaborado y entregado al final de enero de 2018. Únicamente se elaboró la versión en japonés, la cual fue entregada a JICA.

### (18)Elaboración de la nota de resumen del proyecto: Finalizada en julio de 2018

Con el fin de lograr una mejor comprensión del objetivo, las actividades y resultados de este proyecto tanto de parte de Colombia como de los ciudadanos japoneses, se elaboró la nota de resumen del proyecto como parte del material comunicativo. Al inicio del proyecto solamente contenía “Perfil y desafío del proyecto” y “Aproximación a la resolución de problemas”. Sin embargo, en agosto de 2016, se agregaron “Resultado de la aproximación” y “Esfuerzos y lecciones en la implementación del proyecto”. En esta versión (agosto de 2017), se agregaron los contenidos de las actividades implementadas desde septiembre de 2016 hasta agosto de 2017. En julio de 2018, se agregaron los contenidos de las actividades implementadas desde septiembre de 2016 hasta agosto de 2017. La última actualización se realizó junto con la elaboración del informe de conclusión. Se adjunta la última versión de la nota de resumen del proyecto en apéndice-12.

### (19)Monitoreo: Finalizado en marzo de 2018

Se realizó el monitoreo periódico del proyecto a través de la elaboración de la hoja de monitoreo que resume los insumos del proyecto, actividades y los resultados logrados. El equipo de expertos

elaboró el borrador, se explicó y se consultó a C/P, se realizaron la revisión y corrección, y luego se realizó una presentación a JICA Colombia. Se había planeado realizar el monitoreo cada 6 meses inicialmente; sin embargo, en agosto de 2015 después del inicio del proyecto, se revisó con JICA y ajustó los contenidos de las actividades y los periodos de actividad en Colombia, y finalmente realizaron 7 monitoreos en total hasta el momento, en noviembre de 2015, marzo de 2016, agosto de 2016, noviembre de 2016, febrero de 2017, y agosto de 2017 y marzo de 2018. Se adjunta las hojas de monitoreo en apéndice-13. El último monitoreo realizado fue en marzo de 2018, y se decidió confirmar los resultados del proyecto y el grado de cumplimiento de las metas en el informe de conclusión.

Adicionalmente, con el fin de obtener aprobación para el plan de actividades, confirmar el avance y revisar PDM, se realizaron CCC como se presenta en la Tabla 2.36.

Tabla 2.36 Lista de CCC

No.	Fecha	Contenido
1	13 de agosto de 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Marco del proyecto</li> <li>· Entidades ejecutoras del proyecto</li> <li>· Reporte de monitoreo</li> </ul>
2	23 de febrero de 2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Aprobación de nueva entidad C/P</li> <li>· Entidades ejecutoras del proyecto</li> <li>· Avance del proyecto</li> <li>· Divulgación de la experiencia de las capacitaciones especiales en Japón</li> </ul>
3	22 de febrero de 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Avance del proyecto</li> <li>· Ítems importantes para el fortalecimiento del control de inundación</li> <li>· Divulgación de la experiencia de las capacitaciones especiales en Japón</li> <li>· Corrección de PO</li> <li>· Expectativas futuras</li> </ul>
4	24 de noviembre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Avance del Proyecto y resultados</li> <li>· Actividades futuras para la gestión del riesgo de inundación y cooperación de organizaciones relevantes</li> <li>· Compartir experiencia en las capacitaciones especiales en Japón</li> <li>• Reparar PO</li> <li>· Perspectivas de futuro</li> </ul>
5	28 de junio de 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Confirmación de las actividades y los productos del proyecto</li> <li>· Confirmación del grado de cumplimiento de los resultados y las metas del proyecto</li> <li>· El plan de las actividades futuras, la colaboración entre las entidades relevantes y el monitoreo con el fin de lograr la meta superior</li> </ul>

En el 5to CCC, se confirmaron las actividades futuras para el logro de la meta superior, y se aprobaron el plan de monitoreo para este fin, así como los indicadores relacionados para el objetivo general en PDM. Además, cada entidad expresó la importancia de la implementación del plan formulado en el proyecto, el uso y la proliferación de los productos del proyecto a nivel nacional, la continuación y profundización de las actividades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación; llegaron a un acuerdo sobre la creación de un espacio para discutir la continuación de las actividades en el futuro en julio de 2018, bajo la coordinación de UNGRD.

Además, MADS informó la firma oficial del documento de colaboración en actividades futuras entre MADS, CORMAGDALENA e IDEAM y expresó su deseo de que la implementación de estas actividades continúe y que Japón las apoye. MADS informó que los Resultados del proyecto se presentarían en la reunión de CARMAC para la cuenca Magdalena-Cauca el 29 de junio, un día después del CCM, y que serían utilizados como insumos para la implementación del plan estratégico.

Adicionalmente, los participantes discutieron las actividades para incluir la formulación de planes de control de inundaciones en el Magdalena en el plan nacional de desarrollo que se formulará con la inauguración de la nueva presidencia, así como la incorporación de las actividades relacionadas con el riesgo de inundación en el plan anual de cada entidad (para poder financiar la implementación de estas actividades).

En el seminario posterior al CCC, C/P explicó los productos del proyecto tales como IFMP-RP (plan provisional) para el río Magdalena, IFMP-SZ (plan provisional) para la cuenca del Río Negro, así como el plan de trabajo y las guías correspondientes, a los miembros del Comité de Cuenca en Río Negro y nuevos participantes, los cuales eran principalmente técnicos del Departamento o CAR, además de los participantes de CCC. También intercambiaron opiniones de manera activa sobre las actividades futuras.

#### (20) Elaboración de informe de conclusión de trabajo: finalizado en julio de 2018

Se elaboró el informe borrador en mayo de 2018, y se confirmó y se discutió el contenido con C/P en los talleres entre mayo y junio de 2018. Se realizó la corrección para reflejar el contenido de la discusión y los comentarios de JICA, y se elaboró la versión final en julio de 2018.

#### 2.1.3.7. Otros trabajos

##### (A1) Participación en la Plataforma Regional en las Américas : realizado en junio de 2018

Se realizó la Plataforma Regional en las Américas entre los días 20 y 22 en junio de 2018 en la ciudad de Cartagena, Colombia, bajo la dirección de UNISDR y UNGRD. En este evento, JICA, junto con IDEAM, realizó una sesión sobre la gestión del riesgo de inundaciones (Gestión del riesgo de inundaciones: manejo de ríos (avances y retos pendientes), de 15:40-17:10 el día 20. También se adquirió un stand para las exposiciones durante el periodo del evento. El equipo de expertos participó en dicha sesión, en el panel publicitario en el stand, donde se exhibieron los materiales informativos sobre el proyecto, y en la distribución de la nota de resumen del proyecto. En la sesión, se distribuyó la nota de resumen del proyecto a los participantes como parte de la actividad publicitaria. El resumen de la sesión y la fotografía del stand se presentan abajo.



Centro de Convenciones de Cartagena donde se realizó el evento (izquierda: exterior, derecha: auditorio principal)



La sesión sobre la gestión de riesgos de inundación (izquierda: la sesión, derecha: Especialista Baba dando la presentación magistral)



El stand de JICA (izquierda: el stand, derecha: Panel publicitario de este proyecto)

## 2.2. Logros del proyecto

### 2.2.1. Resultados e indicadores (el valor de meta y el grado de cumplimiento al finalizar el proyecto)

Se lograron los 9 indicadores como se muestran en la Tabla 2.37, definidos para cada ítem en PDM.

Tabla 2.37 9 indicadores definidos para cada ítem en PDM

No.	Indicador	Grado de cumplimiento	Método de medición
Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas.			
1-1	Conocimientos y entendimiento del IDEAM y la CAR en los aspectos de planificación de los ríos a) la observación y el análisis hidrológico b) mapeo de amenazas/riesgos de las inundaciones	Logrado	Autoevaluación mediante encuestas
1-2	Fortalecimiento de capacidades del IDEAM, la UNGRD y la CAR en cuanto a la tecnología del mapeo de riesgos de las inundaciones, incluyendo el análisis de vulnerabilidad utilizando SIG	Logrado	Autoevaluación mediante encuestas
1-3	Conocimientos /entendimiento del IDEAM, la UNGRD, la CAR, el Departamento de Cundinamarca y el MADS sobre IFMP basados en las cuencas	Parcialmente logrado	Existencia de informes
Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).			
2-1	Conocimientos / entendimiento del IDEAM y la CAR de la observación hidrológica y el análisis de datos	Logrado	Autoevaluación mediante encuestas
2-2	Recomendaciones para el mejoramiento de pronósticos y alertas de inundaciones del IDEAM	Logrado	Existencia de recomendaciones
Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidad del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones (principalmente para UNGRD e IDEAM)			
3-1	Aclaraciones y recomendaciones sobre la gestión del riesgo de inundación entre la UNGRD, el IDEAM, la CAR, el MADS, el Departamento de Cundinamarca y municipios del Departamento de Cundinamarca	Logrado	Existencia de recomendaciones
3-2	Matriz inventario de información relativa a la gestión del riesgo de inundaciones (entidades y tipo de información)	Logrado	Existencia del matriz de la ubicación de información
Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.			
4-1	IFMP para la cuenca piloto	Logrado	Existencia de IFMP
4-2	Guía de la formulación de IFMP elaborada	Logrado	Existencia de las guías

Como se muestra en la Tabla 2.37, para los indicadores 1-1, 1-2, y 2-1, se realizó una autoevaluación comparando el conocimiento antes y después del proyecto. Esta evaluación fue realizada en abril de 2018, antes de la finalización del proyecto, tanto para la evaluación de las capacidades antes y después del proyecto. Las encuestas fueron distribuidas mediante el correo electrónico el día 11 de

abril, con la fecha límite de entrega del día 25 de abril. Se envió un correo electrónico a las personas que aún no habían entregado la encuesta unos días antes de la fecha límite, solicitando el envío de la información. Se adjunta la encuesta en el Apéndice-13-2. Se seleccionaron 30 personas a ser encuestadas, con el requisito de haber asistido a 5 talleres realizados en este proyecto como mínimo. De estas 30 personas, 17 personas respondieron a la encuesta.

Tabla 2.38 Las personas encuestadas

Entidad	Cargo	Nombres y apellidos	Participación en las capacitaciones especiales en Japón
UNGRD	Funcionario (especialista)	Joana M. Pérez	No
	Funcionario (especialista)	Julio González Velandia	1ra serie de capacitaciones
IDEAM	Director de hidrología	Omar Vargas Martínez	1ra serie de capacitaciones
	Técnico (especialista)	Fabio Andrés Bernal Quiroga	2da serie de capacitaciones
	Técnico (especialista)	Nelsy Verdugo	No
CAR	Técnico (especialista)	Maryeny Caraballo	2da serie de capacitaciones
	Técnico (especialista)	Juan Carlos Loaiza	No
Departamento de Cundinamarca	Subdirector de la unidad administrativa de la gestión del riesgo de desastres	Wilson Leonard García F.	2da serie de capacitaciones
	Subdirector de la sección del conocimiento de la unidad administrativa de la gestión del riesgo de desastres	William Barreto R.	2da serie de capacitaciones
	Director de la sección del conocimiento de la unidad administrativa de la gestión del riesgo de desastres	Magda Yamile Ruiz	3ra serie de capacitaciones
	Funcionario de la unidad administrativa de la gestión del riesgo de desastres (especialista)	Jaime Matíz Ovalle	1ra serie de capacitaciones
	Oficial de la sección de agricultura	Onofre Sierra Gómez	No
	Funcionario de la secretaría de planeación	María Cristina Ruiz	No
MADS	Consultora técnica	Yolanda Calderón	3ra serie de capacitaciones
	Técnico (especialista)	Luz Francly Navarro	2da serie de capacitaciones
CIRMAG (CORMAGDAL ENA)	Director anterior	Cesar Garay Bohórquez	2da serie de capacitaciones
Universidad Nacional de Colombia	Profesor universitario	Eduardo Bravo	No

Abajo se detalla el grado de cumplimiento de cada indicador.



Indicador No. 1-1: Conocimientos y entendimiento del IDEAM y la CAR en los aspectos de planificación de los ríos en la observación y el análisis hidrológico así como el mapeo de amenazas/riesgos de las inundaciones

Para este indicador, C/P realizo una autoevaluación con a través de una encuesta y se compararon los grados de comprensión antes y después de la implementación de (la participación en) este proyecto.

La encuesta con las 6 preguntas de la Tabla 2.39 fue distribuida a los encuestados, quienes realizaron una autoevaluación del grado de comprensión antes y después de este proyecto.

Tabla 2.39 Encuesta sobre el indicador 1-1

No.	Preguntas
<b>Modelación hiroológica e hidráulica</b>	
B.1-1-1.	Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis de características de río tales como 1) metodología de análisis del perfil longitudinal del cauce, perfil longitudinal del ancho del canal y perfil longitudinal de la capacidad de flujo, lo cual se explicó en la Guía Técnica preparade por el Proyecto y 2) metodología de estudios de campo con respect al río
B.1-1-2.	Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis sobre las condiciones hidrológicas tales como la preparación la taba de de disponibilidad de datos de todas las estaciones, preparación de datos de series de tiempo para cada estación, y preparación de la lista y clasificación del valor máximo anual anterior de cada estación, que se explicaron en la Guía Técnica preparada en el Proyecto
B.1-1-3.	Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis sobre las condiciones de inundación, tales como la recolección y organización de datos de eventos de inundación pasados, análisis de fenomenos de inundación y/o daños por inundación en eventos significativos de inundaciones, metodología de estudios de campo sobre fenómenos de inundación, y análisis de relación entre fenomenos de inundación y condiciones hidrológicas
B.1-1-4.	Metodología de modelación hidrológica e hidráulica como teoría de modelación, uso de software de modelación / software de simulación como HEC-RAS y / o iRIC, y método de calibración
<b>Mapeo de amenaza/riesgo de inundación</b>	
B.1-1-5.	odología para la elaboración de mapas de amenaza al calcular los resultados de la simulación, tales como el área de inundación y/o las profundidades de inundación de varios periodos de retorno
B.1-1-6.	Metodología de utilización de los resultados de la simulación a la planificación de la gestión del riesgo de ríos y/o inundaciones, por ejemplo, metodología de establecimiento de la inundación objetivo considerando los cambios del área de inundación y / o las profundidades del agua de inundación dependiendo de los cambios de los periodos de retorno

La autoevaluación se realizaron de 1-5, 1 siendo la mínima comprensión y 5 siendo la máxima comprensión. En la siguiente figura se muestra el promedio del puntaje de cada ítem de encuesta. En todos los 6 ítems, se observa que el grado de comprensión se ha aumentado después de la implementación de este proyecto. Especialmente, en el ítem B. 1-1-3, relacionado con las características de inundación, se observa bastante aumento en el grado de comprensión, a través de varios talleres y estudios de campo.



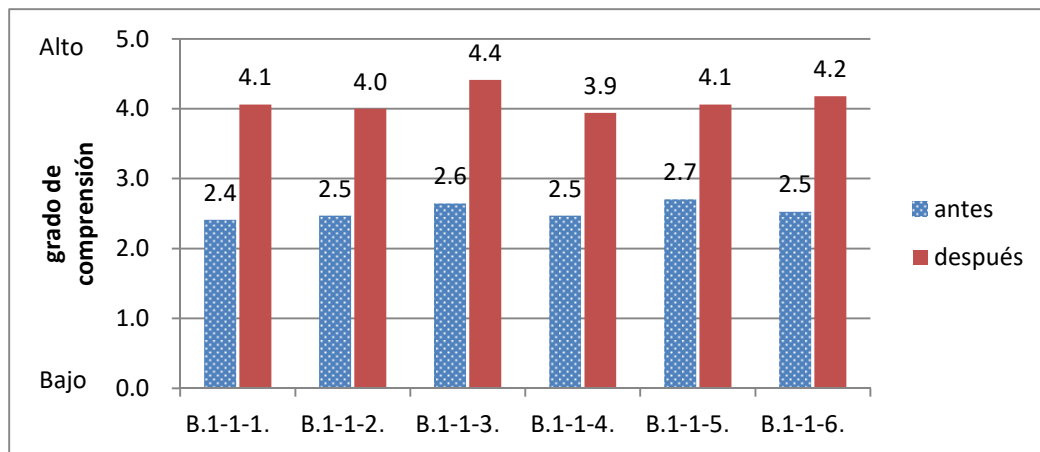


Figura 2.14 Resultado de la encuesta relacionada con el indicador 1-1 (promedio de los resultados de la autoevaluación (N=17))

Se adjunta en la Figura 2.15 la encuesta utilizada para confirmar el grado de comprensión como referencia.

Cuestionario / Hoja de respuestas B para la evaluación del proyecto

Destinatarios: cada miembro de las organizaciones de C / P y cada miembro de las organizaciones relacionadas que participaron en nuestro Proyecto.

Nombre del Ecuestado	
Organización del Ecuestado	

Pregunta No. B.1-1:

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Conocimientos y entendimiento en los aspectos de planificación de los ríos a) la observación y el análisis hidrológico b) mapeo de amenazas/riesgos de las inundaciones	Prueba de habilidad para medir el alcance del entendimiento, así como la metodología de la planificación de los ríos incluyendo el perfil longitudinal del cauce

Por favor, evalúe el grado de mejoramiento/desarrollo de su conocimiento y/o entendimiento con respecto a los siguientes elementos seleccionando el "Rango (cifra)" de la tabla a continuación según su criterio:

Rango	5	4	3	2	1
Grado de conocimiento/entendimiento	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Poco	Ninguno

Items para la pregunta No. B.1-1

a) Modelación Hidrológica e Hidráulica

B.1-1-1. Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis de características de río tales como 1) metodología de análisis del perfil longitudinal del cauce, perfil longitudinal del ancho del canal y perfil longitudinal de la capacidad de flujo, lo cual se explicó en la Guía Técnica preparada por el Proyecto y 2) metodología de estudios de campo con respect al río

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

B.1-1-2. Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis sobre las condiciones hidrológicas tales como la preparación de la tabla de disponibilidad de datos de todas las estaciones, preparación de datos de series de tiempo para cada estación, y preparación de la lista y clasificación del valor máximo anual anterior de cada estación, que se explicaron en la Guía Técnica preparada en el Proyecto.

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

B.1-1-3. Para la preparación de un trabajo de modelación, la metodología de análisis sobre las condiciones de inundación, tales como la recolección y organización de datos de eventos de inundación pasados, análisis de fenómenos de inundación y/o daños por inundación en eventos significativos de inundaciones, metodología de estudios de campo sobre fenómenos de inundación, y análisis de relación entre fenómenos de inundación y condiciones hidrológicas.

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

B.1-1-4. Metodología de modelación hidrológica e hidráulica como teoría de modelación, uso de software de modelación / software de simulación como HEC-RAS y / o IIRIC, y método de calibración

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

b) Mapeo de amenaza/riesgo de inundación

B.1-1-5. Metodología para la elaboración de mapas de amenaza al calcular los resultados de la simulación, tales como el área de inundación y/o las profundidades de inundación de varios periodos de retorno

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

B.1-1-6. Metodología de utilización de los resultados de la simulación a la planificación de la gestión del riesgo de ríos y/o inundaciones, por ejemplo, metodología de establecimiento de la inundación objetivo considerando los cambios del área de inundación y / o las profundidades del agua de inundación dependiendo de los cambios de los periodos de retorno

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

Figura 2.15 Encuesta para el indicador 1-1

Indicador No. 1-2: Fortalecimiento de capacidades del IDEAM, la UNGRD y la CAR en cuanto a la tecnología del mapeo de riesgos de las inundaciones, incluyendo el análisis de vulnerabilidad utilizando SIG

Para este indicador, una encuesta fue distribuida entre los miembros de C/P, quienes realizaron una autoevaluación del grado de comprensión antes y después de este proyecto. La encuesta contenía las siguientes 5 preguntas en la Tabla 2.40.

Tabla 2.40 Encuesta sobre el indicador 1-2

No.	Preguntas
B.1-2-1.	Concepto y metodología japonesa de la evaluación de riesgo de inundación tales como el estudio económico de control de inundaciones y el análisis B/C
B.1-2-2.	Con respecto a la evaluación del riesgo de inundación / estudio económico de control de inundaciones, 1) tipos de datos necesarios tales como activos de viviendas y edificios en áreas propensas a inundaciones, 2) estado actual de la información en Colombia, y 3) organizaciones responsables de la información en Colombia
B.1-2-3.	Métodos concretos de evaluación de riesgo de inundación/estudio económico de control de inundaciones mediante el uso de SIG, tales como 1) conversión de área de inundación simulada y datos de activos a datos de malla, y 2) análisis por malla
B.1-2-4.	Metodología del cálculo de B/C en comparación con el beneficio y el costo de las medidas de reducción de daños por inundación
B.1-2-5.	Metodología de preparación del mapa de reducción del riesgo de desastres (mapa de DRR, singlas en inglés), que incluye área de inundación, refugio, ruta de evacuación, información de contacto de emergencia y otros

En la Figura 2.16 se muestra el promedio del puntaje de cada ítem de encuesta. En todos los 5 ítems, se observa que el grado de comprensión se ha aumentado después de la implementación de este proyecto. Especialmente, el grado de comprensión se mejoró bastante en el análisis B/C del B.1-2-1 y el mapa reducción de riesgo de desastres en B.1-2-5 después de la implementación de este proyecto, y se considera que el proyecto contribuyó al fortalecimiento de las capacidades de C/P.

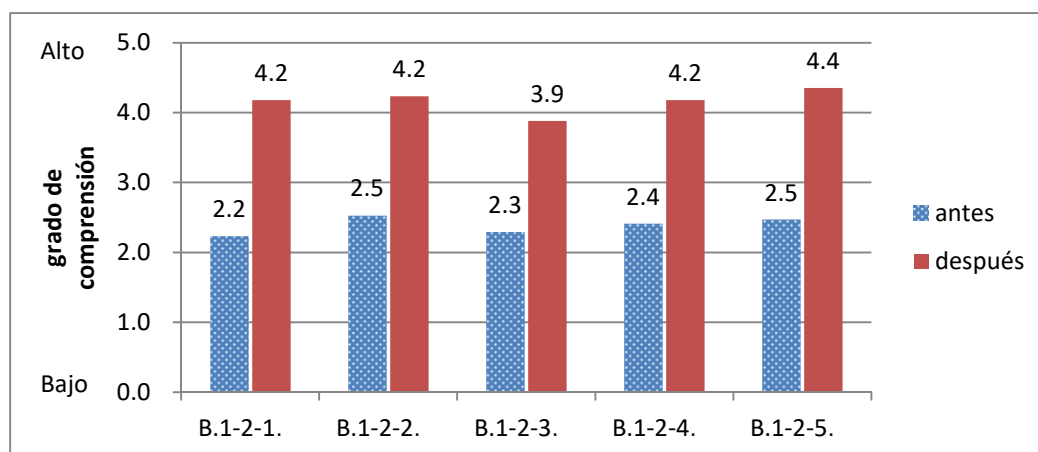


Figura 2.16 Resultado de la encuesta relacionada con el indicador 1-2 (promedio de los resultados de la autoevaluación (N=17))

Se adjunta la encuesta utilizada para confirmar el grado de comprensión como referencia en la Figura 2.17.

**Pregunta No. B.1-2:**

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Fortalecimiento de capacidades en cuanto a la tecnología del mapeo de riesgos de las inundaciones, incluyendo el análisis de vulnerabilidad utilizando SIG	Prueba de habilidad para medir el alcance del entendimiento de la tecnología para el mapeo de riesgos como mapas temáticos sobre los desastres de las inundaciones

Por favor evalúe el grado de mejoramiento / desarrollo de su conocimiento y/o entendimiento con respecto a los siguientes elementos seleccionando su "Rango (cifra)" de la tabla a continuación según su criterio:

Rango	5	4	3	2	1
Grado de Conocimiento/entendimiento	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Poco	Ninguno

**Items para la pregunta No. B.1-2**

**B.1-2-1. Concepto y metodología japonesa de la evaluación de riesgo de inundación** tales como el estudio económico de control de inundaciones y el análisis B/C

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.1-2-2.** Con respecto a la evaluación del riesgo de inundación / estudio económico de control de inundaciones, **1) tipos de datos necesarios** tales como activos de viviendas y edificios en áreas propensas a inundaciones, **2) estado actual de la información en Colombia**, y **3) organizaciones responsables de la información en Colombia**

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.1-2-3. Métodos concretos de evaluación de riesgo de inundación/estudio económico de control de inundaciones mediante el uso de SIG**, tales como 1) conversión de área de inundación simulada y datos de activos a datos de malla, y 2) análisis por malla

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.1-2-4. Metodología del cálculo de B/C** en comparación con el beneficio y el costo de las medidas de reducción de daños por inundación.

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.1-2-5. Metodología de preparación del mapa de reducción del riesgo de desastres** (mapa de DRR, singlas en inglés), que incluye área de inundación, refugio, ruta de evacuación, información de contacto de emergencia y otros

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

Figura 2.17 Encuesta para el indicador 1-2

Indicador No. 1-3: Conocimientos /entendimiento del IDEAM, la UNGRD, la CAR, el Departamento de Cundinamarca y el MADS sobre IFMP basados en las cuencas

Para este indicador, se evaluó el avance confirmando si existe o no un informe (o informes) de basado en el conocimiento adquirido en este proyecto en cada entidad C/P.

Al confirmar con las entidades C/P, se confirmó que todas las entidades C/P elaboraron informes sobre la participación en las capacitaciones especiales en Japón realizadas en este proyecto; sin embargo, no se logró confirmar la elaboración de otros tipos de informes. En cuanto a los informes sobre las capacitaciones especiales en Japón, se obtuvieron una copia de 3 informes en UNGRD, 4 informes en IDEAM, 2 informes en CAR y 1 informe en MADS. Se espera que mediante estos informes se comparta el conocimiento no solamente entre los participantes de las capacitaciones especiales en Japón sino también entre otros funcionarios en las entidades. Por otro lado, en el Departamento no se logró obtener las copias de estos informes, se teme que no existe un sistema suficiente para compartir los informes internamente. Con el fin de compartir el conocimiento adquirido en este proyecto con el mayor número de personas posible, se espera que se fortalezca el sistema de control de los informes. Puesto que únicamente se logró obtener copias de los informes de ciertas entidades, aunque se informó que los informes fueron elaborados en todas las entidades C/P, se concluyó que el grado de cumplimiento sería "parcialmente logrado".

Indicador No. 2-1: Conocimientos / entendimiento del IDEAM y la CAR de la observación hidrológica y el análisis de datos

Para este indicador, una encuesta fue distribuida entre los miembros de C/P, quienes realizaron una autoevaluación del grado de comprensión antes y después de este proyecto.. La encuesta contenía las siguientes 5 preguntas en la Tabla 2.41.

Tabla 2.41 Encuesta sobre el indicador 2-1

No.	Preguntas
B.2-1-1.	Precisión esperada/necesaria (frecuencia de observación y/o densidad de instalación de estaciones de observación) de observación hidrológica y pronóstico de inundación y alerta temprana correspondiente a fenómenos de inundación en cada escala de cuenca fluvial (inundación lenta en un río principal como el río Magdalena, inundación súbita o flujo de escombros en Subzona Hidrográfica como la cuenca del Río Negro, etc.)
B.2-1-2.	Método de cálculo del desfase temporal de los niveles elevados de agua (velocidad de propagación de las ondas de inundación) desde aguas arriba hacia aguas abajo mediante el análisis de los datos del nivel del agua o mediante fórmulas empíricas, y su utilización para la alerta temprana mediante la colaboración entre los municipios aguas arriba y aguas abajo
B.2-1-3.	Consideración cuantitativa del tiempo de intervalo desde la difusión de la alerta de inundación hasta la finalización de la evacuación (Estimación del tiempo requerido para la diseminación y evacuación de la alerta)
B.2-1-4.	Validación de la precisión de los datos hidrológicos y los resultados del análisis mediante encuestas a los residentes y/o un resumen de los registros de desastres pasados
B.2-1-5.	Características/diferencias de los fenómenos de precipitación observados por el radar meteorológico dependiendo del tipo/especificación (longitud de onda, resolución espacial, etc.) del radar

En la Figura 2.18 se muestra el promedio del puntaje de cada ítem de encuesta. En todos los 5 ítems, se observa que el grado de comprensión se ha aumentado después de la implementación de este proyecto. Especialmente, el grado de comprensión se mejoró bastante en tiempo de ventaja en la evacuación en B.2-1-3 y el análisis de los datos hidrológicos en B.2-1-4 después de la implementación de este proyecto, y se considera que el proyecto contribuyó al fortalecimiento de las capacidades de C/P. En cuanto a los radares meteorológicos en B.2-1-5, el grado de comprensión es relativamente bajo, aunque sí se observó una mejora antes y después del proyecto. Este ítem requiere refuerzo en adelante.

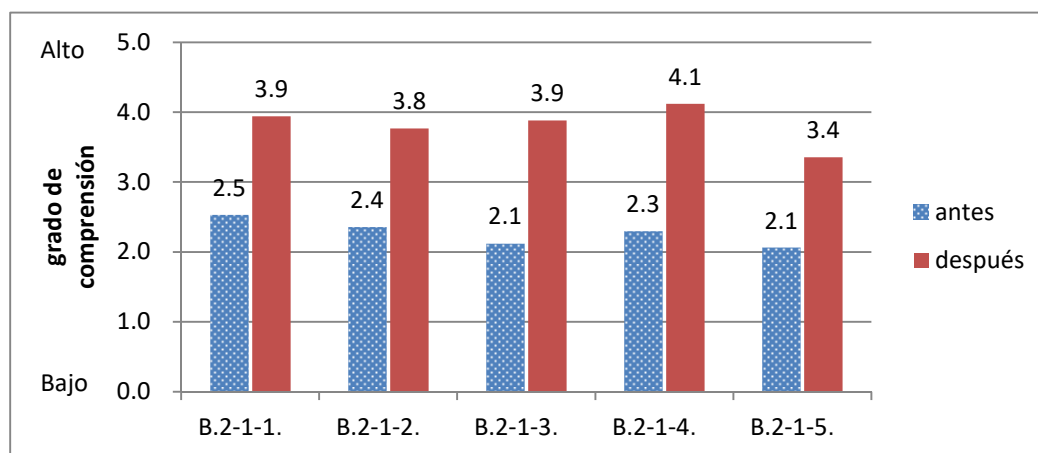


Figura 2.18 Resultado de la encuesta relacionada con el indicador 2-1

Se adjunta la encuesta utilizada para confirmar el grado de comprensión como referencia en la Figura 2.19.

**Pregunta No. B.2-1:**

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Conocimientos / entendimiento de la observación hidrológica y el análisis de datos	Prueba de habilidad para medir el alcance del entendimiento, así como la observación hidrológica y el análisis de datos incluyendo los datos originales satelitales de precipitación

Por favor evalúe el grado de mejoramiento/desarrollo de su conocimiento y/o entendimiento con respecto a los siguientes elementos seleccionando su "Rango (cifra)" de la tabla a continuación según su criterio:

Rango	5	4	3	2	1
Grado de Conocimiento/entendimiento	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Poco	Ninguno

**Items para la pregunta No. B.2-1**

**B.2-1-1. Precisión esperada/necesaria** (frecuencia de observación y/o densidad de instalación de estaciones de observación) **de observación hidrológica y pronóstico de inundación y alerta temprana correspondiente a fenómenos de inundación** en cada escala de cuenca fluvial (inundación lenta en un río principal como el río Magdalena, inundación súbita o flujo de escombros en Subzona Hidrográfica como la cuenca del Río Negro, etc.)

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.2-1-2. Método de cálculo del desfase temporal de los niveles elevados de agua** (velocidad de propagación de las ondas de inundación) **desde aguas arriba hacia aguas abajo** mediante el análisis de los datos del nivel del agua o mediante fórmulas empíricas, y su **utilización para la alerta temprana mediante** la colaboración entre los municipios aguas arriba y aguas abajo

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.2-1-3. Consideración cuantitativa del tiempo de intervalo** desde la difusión de la alerta de inundación hasta la finalización de la evacuación (Estimación del tiempo requerido para la diseminación y evacuación de la alerta)

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.2-1-4. Validación de la precisión de los datos hidrológicos y los resultados del análisis** mediante encuestas a los residentes y/o un resumen de los registros de desastres pasados

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

**B.2-1-5. Características/diferencias de los fenómenos de precipitación** observados por el radar meteorológico **dependiendo del tipo/especificación** (longitud de onda, resolución espacial, etc.) **del radar**

Favor seleccionar su "rango (cifra)" según su criterio:

	Rango
Antes del comienzo del proyecto/ Antes de la participación en el proyecto	
En el presente y/o Después de la participación en el proyecto	

Figura 2.19 Encuesta para el indicador 2-1

**Indicador No. 2-2: Recomendaciones para el mejoramiento de pronósticos y alertas de inundaciones del IDEAM**

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en que el equipo de expertos elabore recomendaciones para el mejoramiento de pronósticos y alertas de inundaciones del IDEAM. Estas recomendaciones se encuentran en el apéndice-4.

**Indicador No. 3-1: Aclaraciones y recomendaciones sobre la gestión del riesgo de inundación entre la UNGRD, el IDEAM, la CAR, el MADS, el Departamento de Cundinamarca y municipios del Departamento de Cundinamarca**

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en que el equipo de expertos elabore recomendaciones para el mejoramiento de la repartición de responsabilidades. Estas recomendaciones se encuentran en el apéndice-5.

**Indicador No. 3-2: Matriz inventario de información relativa a la gestión del riesgo de inundaciones (entidades y tipo de información)**

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en el matriz de inventario de información se organice. Este matriz se organizó en Guía para la formulación del IFMP-SZ que se encuentra en apéndice-11.

**Indicador No. 4-1: IFMP para la cuenca piloto**

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en la elaboración del Plan Integrado de Gestión de Riesgo de Inundación. Este plan se encuentra en apéndice-6 y 8.

#### Indicador No. 4-2: Guía de la formulación de IFMP elaborada

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en la creación de la guía para la elaboración del Plan Integrado de Gestión de Riesgo de Inundación. Esta guía se encuentra en apéndice-10 y 11.

<Grado de cumplimiento de los Resultados>

Según la evaluación del grado de cumplimiento de cada indicador, se puede evaluar el grado de cumplimiento de cada Resultado de la siguiente manera.

Tabla 2.42 Grado de cumplimiento de cada Resultado

Resultado	Grado de cumplimiento
Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación del riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de la cuenca.	Generalmente logrado
Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).	Logrado
Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidad del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones (principalmente para UNGRD e IDEAM)	Logrado
Resultado 4: Se fortalece la capacidad de la planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de la gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.	Logrado

#### 2.2.2. El objetivo del proyecto y los indicadores (el valor de meta y el grado de cumplimiento al finalizar el proyecto)

El objetivo del proyecto es “fortalecer las capacidades de las instituciones colombianas para la gestión del riesgo de inundaciones.” La Tabla 2.43 muestra los cuatro indicadores definidos para el objetivo, los cuales indican que en general el objetivo del proyecto fue logrado.

Tabla 2.43 Los cuatro indicadores definidos en PDM para el objetivo del proyecto y su grado de cumplimiento

No.	Indicadores	Logro
1.	Capacidad de planificación de la gestión de las inundaciones	Parcialmente logrado
2.	Capacidad de los pronósticos y las alertas de las inundaciones	Logrado
3.	Uso e intercambio eficaz de datos para la gestión de las inundaciones.	Logrado
4.	Guía de la formulación de IFMP desarrollada por el proyecto	Logrado

#### Indicador No. 1: Capacidad de planificación de la gestión de las inundaciones

Para este indicador, se evaluó el avance confirmando si existe o no un informe (o informes) de basado en el conocimiento adquirido en este proyecto en cada entidad C/P.

Al confirmar con las entidades C/P, se confirmó que todas las entidades C/P elaboraron informes sobre la participación en las capacitaciones especiales en Japón realizadas en este proyecto; sin embargo, no se logró confirmar la elaboración de otros tipos de informes. En cuanto a los informes

sobre las capacitaciones especiales en Japón, se obtuvieron una copia de 3 informes en UNGRD, 4 informes en IDEAM, 2 informes en CAR y 1 informe en MADS. Se espera que mediante estos informes se comparta el conocimiento no solamente entre los participantes de las capacitaciones especiales en Japón sino también entre otros funcionarios en las entidades. Por otro lado, en el Departamento donde no se logró obtener las copias de estos informes, se teme que no existe un sistema suficiente para compartir los informes internamente. Con el fin de compartir el conocimiento adquirido en este proyecto con el mayor número de personas posible, se espera que se fortalezca el sistema de control de los informes.

Puesto que únicamente se logró obtener copias de los informes de ciertas entidades, aunque se informó que los informes fueron elaborados en todas las entidades C/P, se concluyó que el grado de cumplimiento sería “parcialmente logrado”.

#### Indicador No. 2: Capacidad de los pronósticos y las alertas de las inundaciones

Para este indicador, se evaluó el avance confirmando el estado de ordenación de las estaciones hidrológicas para el sistema de alerta temprana de inundación. Durante el proyecto, se confirmó que IDEAM ha instalado 36 estaciones hidrológicas nuevas al nivel nacional. Aunque en otras entidades C/P, no se confirmó la instalación de nuevas estaciones, se confirmó que el Departamento de Cundinamarca está estudiando el plan para fortalecer el sistema de alerta temprana a través de la instalación de estaciones de tiempo real dentro del departamento.

#### Indicador No. 3: Uso e intercambio eficaz de datos para la gestión de las inundaciones.

Para este indicador, se evaluó el avance mediante una encuesta sobre el intercambio y la frecuencia de uso de los datos entre las entidades participantes y relacionadas con este proyecto. La encuesta fue distribuida entre las entidades C/P principales; MADS, UNGRD, y CAR respondieron que mejoró la colaboración entre entidades participantes y relevantes a través de este proyecto. Abajo se presenta la respuesta de MADS como referencia.

“Al inicio del proyecto, MADS no se encontraba colaborando con otras entidades de manera significativa, y el proyecto fortaleció las relaciones entre mads y otras entidades. Se logró compartir la información relevante para la implementación del proyecto a través de los representantes de las entidades, y se mejoró la relación entre entidades relevantes”.

Se adjunta en la Figura 2.20 la encuesta utilizada para confirmar el grado de comprensión de los indicadores 1, 2 y 3, como referencia.



**Cuestionario / Hoja de respuestas A para la evaluación del Proyecto**

Destinatarios: líderes de cada organización C/P y líderes de los miembros de la organización que participaron en nuestro proyecto

Nombre del Encuestado	
Organización del Encuestado	

**Pregunta No. A.1:**

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Capacidad de planificación de la gestión de las inundaciones	Informe de evaluación del entendimiento de la planificación del manejo integral de inundaciones y del manejo de cuencas de los profesionales de todas las instituciones

1) Usted y/o su organización (miembros C/P) preparó algún informe con respecto a la comprensión sobre la planeación integrada de la gestión de inundaciones y del manejo de las cuencas hidrográficas? Por ejemplo, un reporte después del entrenamiento en el Japón.

Si	No
Favor colocar "X" en la casilla correspondiente	

2) En caso afirmativo, favor compartir dicho informe con el Equipo del Proyecto.

**Pregunta No. A.2:**

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Capacidad de los pronósticos y las alertas de las inundaciones	La cobertura y el número de la estación hidrológica para los pronósticos y las alertas de las inundaciones

1) ¿Hay algún cambio con respecto a la cobertura y el número de estaciones hidrológicas que su organización gestiona/gestionó para el pronóstico y advertencia de inundaciones??

Si	No
Favor colocar "X" en la columna correspondiente	

2) En caso afirmativo, favor compartir la lista de estaciones hidrológicas antes del inicio del proyecto (Lista de 2014 o principios de 2015) y la lista presente (finales de 2017 o principios de 2018).  
La información requerida en la lista es "Nombre de las estaciones, código de estaciones, ubicación (coordenadas), tipo de estación, año de instalación".

**Pregunta No. A.3:**

Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación
Uso e intercambio eficaz de datos para la gestión de las inundaciones.	El intercambio de datos / agencias usuarias, cantidad de uso de datos

1) En cuanto a los datos/información relacionados con la gestión del riesgo de inundación, ¿hay algún cambio con respecto a las condiciones en en cuanto a: 1) intercambio de datos y/o 2) cantidad de utilización de datos entre las organizaciones que participaron o se relacionaron con el Proyecto?

Si	No
Favor colocar "X" en la casilla correspondiente	

2) En caso afirmativo, describa cómo cambiaron las condiciones antes del proyecto (principios de 2015) y presente (2018).

Descripción:

Figura 2.20 Encuesta para el indicadores 1, 2 y 3

**Indicador No. 4: Guía de la formulación de IFMP desarrollada por el proyecto**

El indicador de este ítem evalúa el avance basado en la creación de la guía para la elaboración del Plan Integrado de Gestión de Riesgo de Inundación. Esta guía se encuentra en apéndice-10 y 11.

<El grado de cumplimiento del objetivo del proyecto>

Según la evaluación del grado de cumplimiento de cada indicador, se puede evaluar que el objetivo del proyecto fue “generalmente logrado”.

**2.3. Historial de la modificación de PDM**

En el primer Comité de Coordinación Conjunta (CCC) celebrado el día 13 de agosto de 2015, se confirmó cada indicador de PDM, y la primera versión de PDM fue aprobada.

En el segundo CCC celebrado el día 23 de febrero de 2016, se decidió que MADS se unirá al proyecto como una nueva entidad C/P. Por lo tanto, se modificó el PDM con la adición de MADS, y la segunda versión de PDM fue aprobada.

En el quinto y último CCC celebrado el día 28 de junio de 2018, se confirmaron los indicadores de la meta superior que se deben monitorear según el contenido acordado en el plan de monitoreo y la tercera versión de PDM fue aprobada.

Se adjuntan los PDMs en el apéndice-14.

Adicionalmente, Plan de Operación (PO) se elaboró según el avance de las actividades del proyecto, su contenido se actualizó y fue apropiado en los JCCs.

### 3. Resultados de la revisión conjunta

#### 3.1. Resultados de la revisión basado en los estándares de Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD)

En esta sección, se realiza una evaluación basado en 5 ítems de evaluación (pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad).

Pertinencia: Alto

##### 1) Leyes y decretos en Colombia

El gobierno colombiano ha creado las siguientes leyes y decretos relevantes, y el proyecto ha avanzado las actividades de acuerdo a ellos.

- Decreto 4147 de 2011 “Decreto por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura”
- Decreto 1523 de 2012 “Decreto por la cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”
- Decreto 1640 de 2012 “Decreto por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas (Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográfica)
- Resolución 1907 de diciembre de 2013 “Resolución por la cual se establecen los lineamientos técnicos para la formulación del POMCA” de MADS
- Decreto 1807 de septiembre de 2014 “Decreto por el cual se reglamenta lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial”

MADS es una entidad que no realiza la gestión en el sitio sino formula de la política, y tiene responsabilidad de establecer los estándares para la metodología de la gestión del riesgo en términos de la gestión del riesgo de inundaciones. MADS está formulando el Protocolo para el componente de gestión del riesgo de POMCA, y se estudia la posibilidad de incorporar en él la guía para la formulación de IFMP-SZ, un producto de este proyecto. Los materiales relacionados con IFMP, los cuales son productos de este proyecto, no tienen vínculo legal en Colombia; sin embargo, estos productos responden a la expectativa de C/P sobre el conocimiento japonés y son apropiados para la situación actual, en la cual este Protocolo se encuentra en el proceso de elaboración, en el sentido de que los productos de este proyecto serán incorporados en el trabajo correspondiente a las entidades C/P que tiene fuerza legal.

##### 2) Contribución al Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres

El Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030, adoptado el día 18 de marzo de 2014, requiere acciones enfocadas en las siguientes 4 prioridades de parte de los países, de manera sectorial e intersectorial, a nivel local, nacional, regional y global.

Prioridades de acción del Marco de Sendai 2015-2030

- Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres
- Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo
- Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastre para la resiliencia
- Prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción (Build Back Better)

Este proyecto contribuye a la Prioridad 1 a través de la recolección de datos relevantes, el análisis, la administración y el uso así como la elaboración del mapa de reducción de riesgo de desastres,

a la Prioridad 2 a través de las discusiones sobre la repartición de responsabilidades entre las entidades relacionadas con la gestión integral del riesgo de inundación.

3) La política japonesa de la cooperación

El proyecto corresponde a la política japonesa de la cooperación como el “Esquema de Apoyo para el desarrollo”, adoptado por el gabinete en febrero de 2015 y el Esquema de apoyo del Japón a Colombia. Este proyecto está posicionado en el tarea de desarrollo 2-1 (objetivo específico) “Desarrollo de comunidades resilientes a los desastres nacionales” en el “Medio Ambiente y Prevención de Desastres” (objetivo general), dentro del Esquema de apoyo del Japón a Colombia.

Eficiencia : Alta

1) Fortalecimiento de capacidades de C/P

Como resultado de la evaluación de capacidades de las personas de las entidades C/P a las que el proyecto procura transferir la técnica, se confirmó que en todos los ítems de la encuesta las capacidades de C/P se han aumentado después de la finalización del proyecto en comparación con sus capacidades antes del inicio del proyecto. Los resultados detallados se encuentran en el Numeral 2.2 (1).

2) Cumplimiento del objetivo del proyecto

El grado de cumplimiento del objetivo del Proyecto se confirmó a través de una encuesta para C/P, y se confirmó que se cumplió en términos generales, como explicado en el Numeral 2.2.

Eficacia : Alta

1) Insumos en general

Los insumos proyectados al inicio del proyecto no presentaron cambios en cuanto a la duración del proyecto, ni se aumentaron los recursos humanos o equipos y materiales; todo fue realizado acorde al plan inicial.

2) Oficina y equipos del proyecto

La oficina del proyecto se ubicó dentro de las instalaciones de IDEAM en la ciudad de Bogotá, donde se realizaron las actividades. Aunque al inicio del proyecto, se proyectaba reubicar la oficina del proyecto según el avance de las actividades y el cambio en el área objetivo, esto no sucedió ya que era conveniente tanto para el equipo de expertos como para las entidades C/P continuar las actividades en la oficina en IDEAM, Bogotá. Debido a esto, solamente se adquirieron 1 fotocopidora y 1 impresora de tinta, a pesar de que inicialmente se planeaba adquirir 2 unidades de cada ítem.

Impacto : Alto

1) Esfuerzo de las entidades relevantes para el proyecto

Durante el proyecto, se mencionó en los talleres la necesidad de la participación como C/P de varias entidades como MADS, CORMAGDALENA, CIRMAG, DNP, a parte de las entidades C/P iniciales, que son IDEAM, UNGRD, CAR y en el Departamento de Cundinamarca. Como resultado, después del segundo CCC celebrado en febrero de 2016, MADS fue aprobado como una entidad oficial C / P de este proyecto. Con respecto a CORMAGDALENA, CIRMAG y DNP, se decidió no recibirlas como entidades oficiales de C / P, bajo consulta entre C / P; sin embargo, se decidió que ellos continuarían participando en actividades en este proyecto, y se logró su participación en los talleres y las capacitaciones especiales en Japón .

2) Política Pública Gestión del Riesgo de Desastres de Cundinamarca

En el Departamento de Cundinamarca, la política de gestión del riesgo de desastres se comenzó a formular en 2016, y la formulación se finalizó en junio de 2018. Con base en el Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres, esta política incorpora el aprendizaje de este proyecto, y

como uno de los elementos de esta política, se estudia la posibilidad de fortalecer el sistema de alerta temprana mediante la instalación de estaciones de observación de tiempo real en el Departamento de Cundinamarca.

3) Reuniones internas de C/P

Además de cinco entidades formales de C/P, este proyecto involucra a diferentes entidades como CORMAGDALENA, CIRMAG, DNP. A parte de las actividades de este proyecto con el equipo de expertos, C/P realizó reuniones internas por separado, solamente entre las instituciones de C/P en varias ocasiones, e hizo ajustes relacionados con la toma de decisiones entre las entidades de C/P. Aunque la relación entre las entidades de C/P involucradas en este proyecto era débil al inicio del proyecto, la relación de las entidades de C/P se ha fortalecido a través de las actividades de este proyecto.

4) Implementación del seminario de iRIC

Durante 4 días en octubre de 2017, se realizó el seminario sobre análisis hidráulico, análisis de Inundación, método de análisis de Sedimentos de transporte, y el uso del Software de Análisis (iRIC) para realizar estos análisis, como una de las actividades para el Resultado 1: “fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones”. Los conferencistas fueron el profesor Shimizu de la Universidad de Hokkaido, el profesor asociado Takebayashi de la Universidad de Kioto, y el doctor Baba, el especialista de JICA. Un total de 30 personas, incluidas 20 personas de las entidades C/P y relevantes y 10 personas de parte de la universidad, participaron en este seminario. Se considera que la comprensión de los participantes sobre los métodos analíticos y el software mejoraron bastante mediante este seminario. Se espera que sean útiles para estos análisis en el futuro en Colombia.

5) Participación en la plataforma regional

El equipo de expertos y expertos y el especialista Baba participaron en la Plataforma Regional celebrada en la ciudad de Cartagena en junio de 2018. En la sesión, el especialista Baba realizó una ponencia para funcionarios relacionados con desastres en América Latina sobre el conocimiento japonés e introdujo los esfuerzos de Japón. En el stand de la exposición, la divulgación de la información sobre este proyecto se llevó a cabo utilizando un panel que resumió los resultados de este proyecto.

Sostenibilidad : Alta

1) Firma del acuerdo de colaboración para las actividades futuras

de trabajo, MADS, CORMAGDALENA e IDEAM, realizaron discusiones para la elaboración y la firma del documento de acuerdo de colaboración para las actividades futuras. En el 5to y último CCC celebrado el 28 de junio de 2018, se anunció la firma oficial de este documento por parte de MADS, CORMAGDALENA e IDEAM. Se espera que esto contribuya a la continuación de las actividades y al logro del objetivo general del proyecto de una manera significativa. ..

2) Protocolo para el componente de gestión del riesgo en POMCA

Como se mencionó anteriormente, MADS está formulando el Protocolo para el componente de gestión del riesgo de POMCA, y se estudia la posibilidad de incorporar en él la guía para la formulación de IFMP-SZ, un producto de este proyecto. Si se logra la incorporación, se espera que el conocimiento adquirido en el proyecto se aplique a otras cuencas, a parte de la cuenca piloto de Río Negro.

3) Formulación e implementación del IFMP (plan principal)

En este proyecto, se formularon el IFMP (plan provisional) tanto para la cuenca de Río Negro como la cuenca de Río Magdalena, y se elaboró el plan de trabajo para la formulación de la versión principal de cada uno. Es necesario que las entidades relevantea se colaboren y continúen con las actividades para la formulación del plan principal en adelante. Adicionalmente, en el plan provisional, existen ítems que se pueden implementar sin esperar el plan principal, como la promoción de las medidas no estructurales. Por lo tanto, es necesario adelantar la implementación de las medidas para mitigar inundaciones, como las medidas no estructurales, en

paralelo a la formulación del plan principal.

4) Aseguramiento del presupuesto e implementación de las obras en los municipios.

En este proyecto, se elaboró IFMP (plan provisional) junto con las entidades C/P. La implementación de las obras para mitigar inundaciones y el aseguramiento del presupuesto que surgen de la finalización del plan principal, se realizarán a cargo de los municipios. Para el efecto de la implementación eficaz de las obras, es importante en adelante que los municipios reconozcan la necesidad de las obras y aseguren el presupuesto. También se considera necesaria la construcción de un sistema, mediante el cual las corporaciones autónomas regionales proveen apoyo técnico, en vista de que los municipios tienen la capacidad técnica limitada para la implementación de las obras.

### 3.2. Factores claves que afectan la implementación y los resultados

(1) Asignación de C/P por resultado

1) Factor clave

En la reunión informativa de IC/R en julio de 2016 y en CCC de agosto 2015, el equipo de expertos le solicitó a C/P la asignación de entidad por resultado. Sin embargo, era difícil lograr la asignación de C/P por resultado. Esto se debe a que en estas entidades existen personas con contrato permanente (de planta) y contratistas para proyectos específicos que son la mayoría, quienes por obligación contractual no pueden trabajar en este proyecto.

2) La solución y la evaluación

Las entidades principales de C/P propusieron actuar como puntos de contacto para el equipo de expertos con el fin de coordinar la asignación de personas adicionales necesarias para las actividades de cada resultado y compartir el conocimiento adquirido en este proyecto dentro de cada entidad. El equipo de expertos aceptó esta propuesta.

A lo largo del proyecto, en cada entidad se estableció la rutina de organizar reuniones y participar en los talleres durante la visita de los expertos, y las personas de C/P participan en los talleres de manera sumamente activa bajo la coordinación de las personas de contacto de C/P (Véase Apéndice-2, lista de participantes). Las actividades de cada C/P como recolección de datos y formulación de IFMP se realizaron de manera activa bajo la coordinación de personas de contacto de C/P, e IDEAM también estudió la posibilidad de contratar nuevas personas para el estudio hidráulico del Río Magdalena. Se puede concluir que se logró realizar actividades efectivas para el fortalecimiento de las capacidades ya que C/P participaron activamente en estas actividades, aunque finalmente no se realizó la asignación de C/P por resultado.

(2) Participación de entidades relacionadas en el proyecto

1) Factor clave

A parte de la contraparte que son IDEAM, UNGRD, CAR y Departamento de Cundinamarca, se expresó la necesidad de la participación de varias entidades como MADS, CORMAGDALENA, CIRMAG, CORPOBOYACÁ (Corporación Autónoma que tiene jurisdicción aguas en la parte aguas debajo de la cuenca piloto de Río Negro) y DNP como C/P en el proyecto.

MADS es la entidad responsable de formular política estratégica para la cuenca del Río Magdalena y de elaborar guías para incorporar riesgos de inundaciones en POMCA de cada subzona hidrográfica.

Por lo tanto, IDEAM, UNGRD, CAR y Departamento de Cundinamarca como C/P expresaron que la participación de MADS en este proyecto sería efectiva en el taller de octubre-noviembre 2015.

De la misma manera, se expresó en los talleres de octubre a noviembre, que es importante la participación de CORMAGDALENA para discusiones concretas sobre el Río Magdalena.

CIRMAG, la entidad responsable del aspecto técnico (investigación y estudio) de CORMAGDALENA, ha presentado una carta el día 10 de agosto de 2016 solicitando su vinculación con el proyecto como C/P de manera oficial.

Fue necesario construir el sistema efectivo para la implementación del proyecto, estudiando y tomando decisiones sobre el modo de participación de varias entidades relacionadas arriba descritas.

## 2) La solución y la evaluación

Después de las discusiones con JICA Colombia, MADS oficialmente se vinculó al proyecto como C/P en la segunda CCC realizada en febrero de 2016.

En cuanto a CORMAGDALENA, a través de la mediación del IDEAM, se logró su participación en el taller sobre Resultado 3 en febrero de 2016. Después, en las discusiones de C/P, puesto que casi la mitad del proyecto ya se había terminado en noviembre de 2016 y la mayoría de actividades relacionadas con el río Magdalena se habían realizado, se acordó que ni CORMAGDALENA ni CIRMAG iban a ser C/P oficial aunque ambas entidades iban a continuar participando en las actividades de este proyecto, y que ellos participarían como C/P en caso de que la segunda fase del proyecto se lograra realizar. En la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón realizada en noviembre de 2016, una persona de CORMAGDALENA y una persona de CIRMAG participaron, con el fin de contribuirle al avance del proyecto.

Además en las actividades de mayo de 2016 participó CORPOBOYACA, y CORPOBOYACA también expresó su interés en vincularse con este proyecto como C/P de manera verbal. Sin embargo, se decidió no vincularla como C/P oficial ya que después no se comunicó sobre el tema.

En cuanto a DNP, una persona de la entidad participó en la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón realizada en noviembre de 2016.

Con respecto al esfuerzo de las entidades relevantes, se dio importancia a los criterios de las entidades C/P desde el punto de vista de las actividades de manejo de inundaciones continuas en el futuro en Colombia. Las entidades C/P realizaron la discusión por iniciativas propias, realizando reuniones para discutir el tema entre sí. En especial UNGRD, la entidad C/P principal de este proyecto que tiene función de coordinar actividades de prevención de desastre en Colombia, asumió un rol central en la coordinación y realización de reuniones y en la preparación de informe de estas reuniones.

## (3) Crear un sistema de colaboración entre las entidades relevantes y garantizar un sistema para la continuidad de actividades después de la finalización del proyecto

### 1) Factor clave

En Colombia, la entidad responsable por el control de inundación no está claramente definida y existe poca consciencia sobre la necesidad y la efectividad del control de inundación. Dado este contexto, se considera importante realizar las actividades del proyecto de tal manera que cree un

sistema de colaboración entre las entidades relevantes, considerando la garantía de la continuidad de las actividades después de la finalización del proyecto.

## 2) La solución y la evaluación

Como explicado en el Numeral (2) arriba, se involucraron varias entidades a parte de C/P y se realizaron discusiones sobre la repartición de responsabilidades, relacionadas con el resultado 3. Asimismo, se aclaró la entidad responsable por cada ítem del plan en las discusiones sobre la formulación IFMP-RP para el río Magdalena (plan provisional) e IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional) así como en las discusiones sobre el plan de trabajo. Se considera que darle la importancia a las opiniones y la participación activa de C/P y las entidades relevantes en las discusiones y realizar discusiones diversas profundizaron el conocimiento sobre el control de inundación de las entidades relevantes, y se creó un ambiente que permite discusiones libres a la hora de realizar las actividades.

A través de estas actividades se profundizó el conocimiento de los participantes sobre el control de inundación y el plan de río. También la coordinación entre entidades relacionadas con la gestión de inundaciones en Colombia se fortaleció a través de los talleres donde las 5 entidades de C/P, CORMAGDALENA responsable de administrar el Río Magdalena y otras entidades relevantes estuvieron presentes e intercambiaron opiniones, desafíos en común y realizaron discusiones.

Además, ya que en este proyecto se avanzaron los estudios para la formulación del IFMP-RP para el río Magdalena (plan provisional) y el plan de trabajo, se expresó la necesidad de firmar un acuerdo entre las entidades de C/P para las actividades futuras relacionadas con el río Magdalena después de la finalización de este proyecto. Esta discusión realizó entre MADS, CORMAGDALENA, e IDEAM como entidades principales. MADS hizo un reporte del contenido y el avance del acuerdo en el 4to CCC en noviembre de 2017 y en el 5to y último CCC celebrado el 28 de junio de 2018, la firma oficial de este documento por parte de MADS, CORMAGDALENA e IDEAM fue anunciada por MADS. Se espera que las entidades de C / P y las entidades pertinentes continúen con las actividades dentro y fuera del proyecto.

## 3.3. Evaluación de los resultados de la gestión del riesgo en el proyecto

Las condiciones externas de este proyecto estipuladas en PDM fueron “vulnerabilidad frente a desastres de inundación no se incrementa dramáticamente” par el objetivodel proyecto y “redes hidrológicas y meteorológicas del IDEAM y la CAR ni son degradadas ni diluidas” para los Resultados y las actividades del proyecto. Durante el periodo de actividad de este proyecto, ninguna de las condiciones externas presentó cambios (la red hidrológica y meteorológica de IDEAM no se empeoró sino se mejoró), y no tuvo influencia sobre el proyecto.

## 3.4. Lecciones aprendidas

### (1) Asignación de C/P por resultado

Fue difícil realizar la asignación de C/P por resultado como se había anticipado debido a las situaciones internas de C/P. Además, se puede considerar que fue una medida apropiada bajo las actuales circunstancias, siempre y cuando las técnicas y el conocimiento adquiridos en el proyecto se pudieran difundir y conservar en cada entidad. El equipo de expertos considera que es esencial

construir un sistema de implementación del proyecto realista y lo más efectivo posible mediante la discusión suficiente y el acuerdo con C/P y realizar las actividades para mejorar las capacidades de C/P.

## (2) Participación de entidades relacionadas en el proyecto

Aunque MADS ya había comenzado a participar en las actividades de este proyecto (talleres) desde octubre-noviembre de 2015, después de que MADS se vinculó como C/P, los mismos funcionarios participaron activamente en los talleres, y la entidad tuvo un papel importante en el proyecto.

CORMAGDALENA y CIRMAG compartieron sus opiniones e información que poseen de manera activa en las actividades relacionadas con el río Magdalena en especial, y además participaron en los talleres relacionados con el Río Negro de manera continua y activa también.

Un funcionario de DNP participó de manera continua en los talleres en Colombia después de la segunda serie de capacitaciones especiales en Japón, y proporcionó de manera oportuna la información valiosa y participó en las discusiones tanto en los talleres como en CCC.

Este proyecto tiene como objetivo el fortalecimiento de las capacidades de gestión de riesgo de inundaciones en Colombia, y el avance en la coordinación entre entidades relacionadas con riesgos de inundación a través del proyecto, contribuye bastante a este objetivo. Se considera importante continuar incentivando a las entidades relevantes a participar en las actividades del proyecto de manera activa, sin importar si son entidades de C/P o no con el fin de maximizar las actividades del proyecto.

## (3) Crear un sistema de colaboración entre las entidades relevantes y garantizar un sistema para la continuidad de actividades después de la finalización del proyecto

Para garantizar la continuidad de las actividades después de la finalización del proyecto, se requiere lograr una comprensión mutua de los desafíos de Colombia y las actividades necesarias para superarlos, y se requiere crear un sistema donde las entidades relevantes como C/P del país objetivo puedan realizar discusiones por su propia iniciativa sobre los detalles concretos de las actividades continuas a futuro y la necesidad de las mismas. Aunque el equipo de expertos provee la oportunidad de discusión y propone las ideas, los actores principales de esto son C/P y entidades relevantes de Colombia. Se considera importante implementar actividades del proyecto teniendo en cuenta un sistema donde el equipo de expertos pueda apoyar este proceso.

## (4) Propuesta adecuada para el sistema político (descentralizado) del país objetivo

La repartición de responsabilidades para la implementación del plan fue un tema sumamente importante en la discusión sobre el contenido del plan (IFMP), la repartición de responsabilidades en la formulación del plan y la construcción del sistema para la formulación del plan.

En Colombia, donde el sistema político es descentralizado, los municipios son responsables de la definición de medidas para mitigar inundaciones y la decisión de implementación (incluida la aprobación del presupuesto). Ya que las instrucciones de las entidades de orden nacional no pueden determinar estos elementos, fue necesario construir un sistema en que los encargados de los municipios pueden comprender el contenido y la necesidad de las medidas para mitigar inundaciones.



Por lo tanto, se concluyó en la guía para la formulación de IFMP-RP que las medidas para mitigar la inundación se discutirán en CARMAC, una entidad establecida por la ley en cada macrocuenca. CARMAC tiene como sus miembros las entidades nacionales, departamentos y las CARs; el proceso del estudio de las medidas será comunicado a los municipios mediante los departamentos.

Para que las propuestas sean ejecutables, es importante crear estas propuestas teniendo muy en cuenta el marco legal del país objetivo. Por esto, es importante realizar suficientes discusiones para obtener la aprobación de las entidades relevantes.

## 4. Para el logro de la meta superior después de la conclusión del proyecto

### 4.1. Perspectivas para lograr la meta superior

La meta superior es la reducción del riesgo de inundaciones en Colombia.

Para lograr la reducción del riesgo de inundaciones, es necesario primero evaluar los riesgos de manera adecuada, luego implementar medidas y planes concretos para reducir los riesgos, realizar la revisión del plan de manera continua, y operar y mantener las estructuras de manera apropiada. Hasta el momento, en este proyecto se realizaron capacitaciones sobre métodos para evaluar los riesgos de manera apropiada así como para formular planes concretos, y discusiones sobre la repartición de responsabilidades y el estudio del plan teniendo en cuenta las capacitaciones y discusiones sobre el tema, para lograr la evaluación de riesgo y medidas concretas. C/P actuó siempre teniendo en mente qué es necesario para implementar medidas o actividades para la gestión de inundaciones que son acomodadas a las características físicas del país de la mentalidad del pueblo, comparándolo con Japón, y cómo pueden aplicar el conocimiento adquirido en las actividades de este proyecto a la gestión de inundaciones en Colombia a futuro. Durante el proyecto, ya se iniciaron algunas actividades concretas mencionadas en la sección 4.2, y se confirmó la dirección general de las actividades explicadas en la sección 4.3, por lo que se determina que la meta superior se irá cumpliendo si se implementan estas actividades.

### 4.2. Plan de operación y estructura de implementación de la parte colombiana para lograr la meta superior

Por la formulación de IFMP-RP (plan provisional) para el río Magdalena y el plan de trabajo avanza en este proyecto, se expresó la necesidad de firmar un acuerdo entre las entidades relevantes para las actividades futuras relacionadas con el río Magdalena después de la finalización de este proyecto. Esta discusión se está adelantando entre MADS, CORMAGDALENA e IDEAM como entidades principales. En el 5to y último CCC celebrado el 28 de junio de 2018, la firma oficial de este documento por parte de MADS, CORMAGDALENA e IDEAM fue anunciada por MADS. Se espera que las entidades de C / P y las entidades pertinentes continúen con las actividades dentro y fuera del proyecto. Adicionalmente, si se logran realizar las actividades de cada entidad según la repartición de responsabilidades en las entidades relevantes resumida en la Parte D de IFMP-SZ (plan provisional) para la cuenca de Río Negro discutida dentro de las actividades para el Resultado 3 y en las recomendaciones para el Resultado 3, se espera que esto también contribuya al cumplimiento de la meta superior.

### 4.3. Recomendaciones para la parte colombiana

Se elaboraron las recomendaciones para la alerta temprana de inundaciones y para el mejoramiento de la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones entre los gobiernos locales y gobierno central como productos de las actividades del Resultado 2 y Resultado 3 adjuntadas en apéndices-4 y 5. Adicionalmente, una de las sugerencias para alcanzar la meta superior es la organización futura de leyes y directrices en que se basarán las actividades necesarias para la gestión de inundaciones, y la incorporación de los resultados del proyecto en el Protocolo de POMCA para la elaboración del componente de la gestión del riesgo. Se espera que en adelante se implementen las actividades propuestas en las recomendaciones.

### 4.4. Plan de monitoreo desde la conclusión del proyecto hasta la evaluación pos-proyecto

En este proyecto se ha realizado la revisión de las medidas propuestas en el plan maestro existente junto con la introducción y la propuesta de nuevos esfuerzos como parte del IFMP-RP para el río Magdalena (plan provisional). Sin embargo, ya que este plan es un plan provisional, no incluye cronograma concreto de implementación o el presupuesto. Las entidades relevantes siguieron estudiando y lograron visualizar de manera concreta las actividades futuras relacionadas con las medidas contra la inundación en el Río Magdalena y la formulación de IFMP-RP a través de las discusiones sobre el plan de trabajo. Adicionalmente, actividades para promover colaboración como la firma de un acuerdo entre entidades relevantes como el acuerdo firmado entre MADS, CORMAGDALENA e IDEAM facilitarán la formulación de planes a futuro.

Con respecto a la cuenca hidrográfica de Río Negro, se preparó el primer borrador de IFMP-SZ (plan provisional) para la cuenca de Río Negro, y se están llevando a cabo los trabajos de finalización. En cuanto a este IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro, dado que el plan formulado en este proyecto es un plan provisional, es necesario organizar los ítems necesarios para la formulación de un plan principal, y se preparó un plan de trabajo en el proyecto y fue aprobado por las entidades relevantes. Sin embargo, con respecto a las medidas no estructurales, algunas de estas medidas propuestas en IFMP-SZ provisional pueden implementarse sin actividades adicionales aunque otras actividades (levantamientos topográficos, estudios geológicos, etc) serán necesarias para el diseño concreto de las medidas estructurales. En adelante, es necesario que las entidades responsables implementen las actividades de acuerdo con este plan de trabajo y las actividades para formular IFMP-SZ principal. Al mismo tiempo, es necesario que la entidad responsable establecida en el plan asegure el presupuesto y realice otras actividades para las medidas que pueden llevarse a cabo bajo los contenidos del plan provisional, y las organizaciones relacionadas deben apoyarlas según corresponda. C/P ve esta actividad de formulación IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro como un proyecto piloto para aprender el proceso de formulación, y hay partes en la implementación de las medidas propuestas no tienen énfasis. Sin embargo, se espera que se implementen las actividades para la formulación del plan principal y la implementación de las medidas propuestas como la cuenca piloto para las actividades de la gestión del riesgo de inundaciones.

Adicionalmente, para que se logre implementar de manera continua las actividades relacionadas con la reducción del riesgo de inundaciones que utilicen los resultados de este proyecto, es necesario incorporar los resultados de este proyecto en el marco legal relacionado con la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. Ejemplos de las actividades concretas para este fin es la incorporación de los resultados del proyecto (especialmente la guía para la formulación de IFMP-SZ) en el Protocolo de POMCA para la elaboración del componente de la gestión del riesgo, y la

incorporación de los resultados del proyecto (especialmente IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional)) en POMCA (texto) de la cuenca de Río Negro. Es ideal que estas actividades se implementen como primer paso. El segundo paso ideal es que se formulen IFMP en otros ríos grandes y subcuencas, o que se realicen estudios parecidos como parte de POMCA de otras subcuencas.

Las siguientes son las actividades que idealmente Colombia (entidades C/P) pueda implementar después de la conclusión del proyecto.

1. Actividades de formulación del IFMP-RP del Río Magdalena (plan principal) (actividad según el plan de trabajo)
2. Actividades para la formulación de IFMP-SZ (principal) para la cuenca de Río Negro, basado en el plan provisional (actividades según el plan de trabajo) (Por ejemplo, si se han otorgado suficiente recurso humano y presupuesto para realizar levantamientos topográficos)
3. Implementación de actividades concretas basado en el contenido de IFMP-SZ para la cuenca Rionegro (plan provisional) (Por ejemplo, si alguna de las opciones de medidas no estructurales planeadas se está implementando)
4. Actividades para la incorporación de los resultados del proyecto en los instrumentos legales existentes (un ejemplo es el estado de incorporación de los contenidos de la guía en el protocolo de POMCA para la elaboración del componente de la gestión del riesgo)
5. Actividades para la incorporación de los resultados del proyecto (estudios y planes de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional)) en la POMCA existente para la cuenca de Río Negro
6. Actividades de formulación de IFMP en otros ríos grandes o subzonas hidrográfica, la incorporación de las metodologías de este proyecto en el estudio y análisis así como la incorporación de las mismas en POMCA y POD.
7. Actividades de colaboración entre las entidades relacionadas con respecto a la gestión del riesgo de inundaciones (intercambio de opiniones, discusiones, y la implementación de las medidas concretas)

En el plan de monitoreo desde la conclusión del proyecto hasta la evaluación posterior, se monitorearán los avances de los ítems de la lista de arriba que se pueden lograr dentro de 3 años después de la finalización del proyecto, cuando se realizará la evaluación posterior. La frecuencia del monitoreo será aproximadamente una vez cada año, y JICA Colombia enviará la hoja de verificación a UNGRD, la entidad representante de C/P, quien verificará la situación en cada entidad C/P y enviará las respuestas a JICA Colombia con el apoyo de IDEAM. La Tabla 4.1 es la hoja de monitoreo. Los ítems del monitoreo se coinciden con los indicadores de la meta superior en PDM. En el 5o y último CCC celebrado el 28 de junio de 2018, las entidades relevantes acordaron este plan de monitoreo.

Tabla 4.1 Hoja de verificación de monitoreo

Ítems de monitoreo	Grado de cumplimiento de las metas para la evaluación pos-proyecto			
	No empezado	En proceso	Descripción (El grado de progreso (%) y explicación específica e información sobre el estado de implementación*)	Terminado
1. Número de reuniones de articulación entre entidades para la implementación de los indicadores 2, 3 y 4. (Para confirmar el estado de continuidad de actividades de colaboración entre las entidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones (intercambio de opiniones, discusiones, y la implementación de las medidas concretas))	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2. Existe un protocolo para la incorporación de la GRD en POMCAS que involucran el concepto de manejo integrado de inundaciones. (Para confirmar el estado de implementación de las actividades para la incorporación de los resultados del proyecto en los instrumentos legales existentes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3. Número de POMCAs que introducen el concepto del manejo integral de inundaciones. (Para confirmar el estado de implementación de las actividades para la incorporación de los resultados del proyecto (estudios y planes de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro (plan provisional)) en la POMCA existente para la cuenca de Río Negro y para confirmar el estado de implementación de actividades de formulación de IFMP en otras subzonas hidrográficas, la incorporación de las metodologías de este proyecto en el estudio y análisis así como la incorporación de las mismas en POMCA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
4. Número de medidas de reducción implementadas en la cuenca piloto del proyecto. (Para confirmar el estado de implementación de actividades concretas basado en el contenido de IFMP-SZ (medidas estructurales y no estructurales) para la cuenca de Río Negro (plan provisional))	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

\* En caso de que existan problemas en la implementación, explique la razón.

Apéndice-1 Lista de materiales recolectadas

Lista de Datos Recolectados

No.	Título	Fecha de Emisión	Editor/ Derechos de autor	Copia	Nota
1	Normatividad del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre	2012	UNGRD	Libro	Obtenido 30 Jul. 2015
2	Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013	2014	Gobernación de Cundinamarca	Libro	Obtenido 4 Ago. 2015
3	Lineamientos para formulación de cartografía de los planes de ordenamiento territorial	Jul. 2013	Departamento de Cundinamarca	Libro	Obtenido 4 Ago. 2015
4	Mapa vial año 2013 (Escale 1:325,000)	2013	Departamento de Cundinamarca	Mapa	Obtenido 4 Ago. 2015
5	Mapa división veredal 2013 (Escale 1:325,000)	2013	Departamento de Cundinamarca	Mapa	Obtenido 4 Ago. 2015
6	Política Nacional Recurso Hídrico	2010	MADS	Libro	Obtenido 6 Ago. 2015
7	Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	2014	MADS	Libro	Obtenido 6 Ago. 2015
8	Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (DVD)	2014	MADS	DVD	Obtenido 6 Ago. 2015
9	PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	Nov. 2014	MADS	PDF	Obtenido 6 Ago. 2015
10	PLAN ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA - CAUCA Capítulo 1 LÍNEA BASE Capítulo 2 DIAGNÓSTICO Capítulo 3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO	-	MADS	PDF	Obtenido 6 Ago. 2015
11	Atlas Ambiental CAR 50 años 1961-2011	Jul. 2012	CAR	Libro	Obtenido 14 Ago. 2015
12	ANEXO. ALCANCES TÉCNICOS CONSULTORÍA PARA EL AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO ALTO SUAREZ NSS (2401-01)	Nov. 2014	CAR	PDF	Obtenido 14 Ago. 2015
13	ANEXO. ALCANCES TÉCNICOS CONSULTORÍA PARA EL AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ (2120)	Nov. 2014	CAR	PDF	Obtenido 14 Ago. 2015
14	Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018	-	DNP	PDF	Obtenido 24 Julio 2015
15	LEY 1753 DEL 09 DE JUNIO DE 2015	2015	DNP	PDF	Obtenido 24 Julio 2015
16	Lista de Desastres 1998 hasta 2014	2015	UNGRD	Archivo Digital (Excel)	Obtenido 30 Julio 2015
17	Límite de cuenca del Río 2013	2013	IDEAM	Archivo Digital (Shape)	Obtenido 4 Agosto 2015
18	Criterios metodológicos mínimos para la elaboración e interpretación cartográfica de zonificaciones de amenaza por inundaciones fluviales para el territorio colombiano con una aplicación práctica de dos áreas piloto (Inundaciones lentas y súbitas) Fase I Informe Final	Ago. 2010	Universidad Nacional de Colombia	PDF	Obtenido 6 Agosto 2015
19	Lista de inundación 1970 hasta 2010	-	IDEAM	Archivo Digital (Excel)	Obtenido 8 Agosto 2015
20	Estudio Nacional del Agua 2014	May 2015	IDEAM	Libro y PDF	Obtenido 21 Agosto 2015
21	Documentos del POT en la cuenca del Río Negro	-	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (Word)	Obtenido 24 Agosto 2015
22	Mapas para el POT en la Cuenca de Río Negro	-	Departamento de Cundinamarca	Digital file (dwg)	Obtenido 24 Agosto 2015
23	Mapa de datos con escala 1/25,000 en la cuenca de Río Negro	-	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (shape)	Obtenido 24 Agosto 2015

No.	Título	Fecha de Emisión	Editor/ Derechos de autor	Copia	Nota
24	Mapa de datos con escalas 1/10,000 en la cuenca de Río Negro	-	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (geodatabases y PDF)	Obtenido 24 Agosto 2015
25	Mapas de datos de varios temas	-	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (shape)	Obtenido 24 Agosto 2015
26	MAPA DE AMENAZAS GEOLÓGICAS POR REMOCIÓN EN MASA Y EROSIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA FASE II - INFORME FINAL	1998	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (Word y Excel)	Obtenido 24 Agosto 2015
27	POMCA del Río Negro	2009	CAR	Archivo Digital (Word, PDF, GIS y etc.)	Obtenido 24 Agosto 2015
28	Reportes para varios planes, diseños y trabajos de construcción	-	CAR	PDF	Obtenido 24 Agosto 2015
29	Datos para desastres por sedimentos e inundación	2014	CAR	Archivo Digital (shape)	Obtenido 24 Agosto 2015
30	Datos hidrológicos y meteorológicos	2015	CAR	Archivo Digital (Excel)	Obtenido 24 Agosto 2015
31	Datos LIDAR	2009	CAR	Archivo Digital (tif, jpg y etc.)	Obtenido 24 Agosto 2015
32	Diagnóstico de la Gestión del Riesgo y Análisis de la Cooperación en Colombia en Gestión del Riesgo	2012	JICA Colombia	PDF	Obtenido 11 Septiembre 2015
33	コロンビアにおける危機管理の現状及び危機管理に関する対コロンビア協力の状況	2012	JICA Colombia	PDF	Obtenido 11 Septiembre 2015
34	Atlas cuenca del río Magdalena	-	CORMAGDALENA-IDEAM	PDF	Obtenido Agosto 2015
35	Atlas de Cundinamarca	-	Departamento de Cundinamarca	Libro	Obtenido Agosto 2015
36	Estudio Ambiental de la Cuenca Magdalena-Cauca y elementos para su ordenamiento territorial Segundo informe de avance	1999	IDEAM-CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Agosto 2015
37	Estudio Ambiental de la Cuenca Magdalena-Cauca y elementos para su ordenamiento territorial Resumen Ejecutivo	Nov. 2001	IDEAM-CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Agosto 2015
38	Estudio de Demanda y Plan para la Recuperación del Transporte Fluvial en el Río Magdalena Resumen Ejecutivo	2002	CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Agosto 2015
39	Varios datos sobre meteorología, hidrología, hidráulica, inundación, estructura fluvial, etc.	-	IDEAM	Archivo Digital (Word, Excel, shape, txt y etc.)	Obtenido Agosto 2015
40	WorldDEM TM	2015	PASCO	Archivo Digital (Geotif)	Obtenido Octubre 2015
41	PLAN DE MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA - CAUCA (Spanish)	2007	CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Marzo 2016
42	Plan Maestro del Río Magdalena, República de Colombia.	2013	CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Marzo 2016
43	El Río Magdalena, Plan Maestro de Explotación, Apéndice 1 Reporte de Análisis Hidrológico	2013	CORMAGDALENA	Archivo Digital (Word)	Obtenido Marzo 2016
44	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DE LA QUEBRADA LIMAS LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR, INFORME FINAL	2007	DPAE	PDF	Obtenido Marzo 2016
45	RÍO TUNJUELO – SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES –	2006	DPAE	PDF	Obtenido Marzo 2016

No.	Título	Fecha de Emisión	Editor/ Derechos de autor	Copia	Nota
46	PROYECTO COLOMBO-HOLANDES, PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, PLAN DE OPERACIONES	1975 y 1976	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
47	PROYECTO COLOMBO-HOLANDES, PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, EL PROYECTO MAGDALENA-CAUCA Y LA HIDROLOGIA	-	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
48	Manual sobre previsión de inundaciones y advertencia	2011	WMO	PDF	Obtenido Marzo 2016
49	GUÍA DE REFERENCIA PARA SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA DE CRECIDAS REPENTINAS	2012	NOAA	PDF	Obtenido Marzo 2016
50	PROYECTO COLOMBO-HOLANDES, PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES	1973	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
51	PROYECTO COLOMBO-HOLANDES, PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, INFORME TRIMESTRAL DE ACTIVIDADES	1973	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
52	PROYECTO PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, PLAN DE OPERACIONES Y ACUERDO ADMINISTRATIVO	-	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
53	PROYECTO PLAN DE REGULACION FLUVIAL Y DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES CUENCA MAGDALENA-CAUCA, TRABAJOS REALIZADOS HASTA DICIEMBRE DE 1974	-	MINISTERIO DE AGRICULTURA	PDF	Obtenido Marzo 2016
54	Datos SIG del río Magdalena	-	CORMAGDALENA	Archivo Digital (shape)	Obtenido Marzo 2016
55	Proyecto de Investigación Río Magdalena y Canal del Dique	1973	-	PDF	Obtenido Marzo 2016
56	PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE LA MAGDALENA -POMIM-	2003	CORMAGDALENA	PDF	Obtenido Marzo 2016
57	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - C.A.R. Resolución. No.0776 (Resolución Comités)	2008	CAR	PDF/Archivo Digital (Word)	Obtenido Abril 2016
58	CRITERIOS TÉCNICOS ORIENTADORES PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (Borrador)	2016	MADS	PDF	Obtenido Mayo 2016
59	CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS (RIBERAS) EN COLOMBIA	2016	MADS	PDF	Obtenido Mayo 2016
60	INFORME FINAL "PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA"	2013	ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA	PDF	Obtenido Julio 2016
61	INFORME TÉCNICO METODOLOGÍA Y PROCESO DE INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA REVISIÓN EXCEPCIONAL DE POT	2015	ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA	PDF	Obtenido Julio 2016
62	Revisión y Ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial de Barrancabermeja	2015	ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA	PDF	Obtenido Julio 2016
63	Diario de Utica Bomberos abril y junio de 2011	2011	Departamento de Bomberos en Utica	PDF/Archivo Digital (Excel)	Obtenido Julio 2016
64	PROGRAMA DE MODELACIÓN PERMANENTE DEL RÍO MAGDALENA	2016	CIRMAG	Archivo Digital (PPT)	Obtenido Agosto 2016



No.	Título	Fecha de Emisión	Editor/ Derechos de autor	Copia	Nota
65	Proyecto de Recuperación de la Navegabilidad del Río Magdalena	2016	CORMAGDALENA	Archivo Digital (PPT)	Obtenido Agosto 2016
66	DECRETO 2811 DE 1974	1974	Gobernación de Colombia	PDF	Obtenido Octubre 2016
67	GUIA METODOLÓGICA PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RONDA EN LA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR	-	CAR	PDF	Obtenido Octubre 2016
68	Resolución 608	2014	CAR	PDF	Obtenido Octubre 2016
69	CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA	2016	MADS	Archivo Digital (PPT)	Obtenido Octubre 2016
70	PROYECTO: Modelación hidrológica e hidráulica y el análisis geomorfológico, ecosistémico y socioeconómico de las zonas urbanas y suburbanas de los municipios ribereños del río Magdalena en su cuenca alta y media, en desarrollo del proyecto piloto que tiene por objeto el acotamiento de la ronda hídrica y la identificación de zonas de riesgo por inundación. Segunda Etapa de la Fase II. INFORME FINAL VOLUMEN 0. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA GENERAL	2015	MADS	PDF	Obtenido Octubre 2016
71	PROYECTO: idem (igual que el No. 70) INFORME FINAL VOLUMEN 1, 8-13	2015	MADS	PDF	Obtenido Octubre 2016
72	Una propuesta técnica para el fortalecimiento de la normatividad colombiana en relación con la definición de ronda hidráulica	2015	Mónica Sarache Silva Universidad Nacional de Colombia	PDF	Obtenido Octubre 2016
73	Lista de desastres de 2005 a 2016	2016	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Noviembre 2016
74	Fotos aéreas	-	IGAC	Archivo Digital (tif, jpg)	Obtenido Mayo 2016
75	ACUERDO No. 17 DEL 8 DE JULIO DE 2009 “ POR MEDIO DEL CUAL SE DETERMINA LA ZONA DE RONDA DE PROTECCIÓN DEL RÍO BOGOTÁ”	2009	CAR	PDF	Obtenido Noviembre 2016
76	Mapas digitales	-	IGAC	PDF	Obtenido Noviembre 2016
77	PLAN GENERAL ESTRATÉGICO Y DE INVERSIONES 2016 – 2020 “ SIEMPRE EN MOVIMIENTO”	2017	Departamento de Cundinamarca	PDF	Obtenido Febrero 2017
78	Importe de la inversión para la reducción del riesgo de desastres en los municipios de 2011 a 2015	-	DNP	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Febrero 2017
79	Plan de Desarrollo Cundinamarca 2016-2020	2016	Departamento de Cundinamarca	Libro	Obtenido Febrero 2017
80	Guía para la implementación de Sistemas de alerta temprana	-	UNGRD	PDF	Obtenido Febrero 2017
81	Distribución de las áreas de propiedad rural de Colombia (Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia)	2012	IGAC	PDF	Obtenido Febrero 2017
82	Registros 1 y 2 e información Predial urbana de los municipios de Pto Salgar, Guaduas, Utica, La Peña, Nimaima, Supatá, Quebradanegra, Nocaima, La Vega, San Francisco, Villeta, Sasaima, El Peñón, Pacho y Guayabal de Siquima del Depto de Cundinamarca (Urban information about the properties in the Municipalities of Río Negro)	2017	Departamento de Cundinamarca	Archivo Digital (shape)	Obtenido Abril 2017
83	Registro histórico de eventos Municipios en la cuenca de Río Negro	2017	DNP	Archivo Digital (shape)	Obtenido Mayo 2017

No.	Título	Fecha de Emisión	Editor/ Derechos de autor	Copia	Nota
84	Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental Río Bogotá	-	CAR	PDF	Obtenido Mayo 2017
85	Datos diarios de precipitaciones y descargas en la Cuenca del Río Negro	-	IDEAM	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
86	Precio de propiedades en Colombia	2010	IGAC	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
87	Uso de casas tanto residenciales como comerciales	2010	IGAC	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
88	Datos de población del total de hombres y mujeres en diferentes rangos de edad, y número de personas por casa y número de casas del área urbana	2005	DANE	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
89	Material de construcción predominante de las áreas urbanas y rurales	2010	IGAC	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
90	Costo de construcción de carreteras, urbanismo, calles, instalaciones públicas, electricidad, acueducto, alcantarillado, servicios de Internet, etc. en cada municipio	2017	ICCU	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
91	Número y ubicación de escuelas técnicas en Cundinamarca	2017	Secretario de Educación	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
92	Número y ubicación de las escuelas en Cundinamarca	2017	Secretario de Educación	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
93	Número y ubicación de hospitales en Cundinamarca	2017	Red de hospitales de Cundinamarca	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Mayo 2017
94	Ejemplo de costo de construcción y mantenimiento de terraplenes y otras obras hidráulicas	2012	CAR	PDF	Obtenido Junio 2017
95	Datos de población, nivel educativo, índice de pobreza, etc. en el área rural	2014	DANE (2014) Censo Nacional de Agricultura	Archivo Digital (Excel)	Obtenido Julio 2017
96	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2016-2019, GUADUAS	May 2016	ALCALDÍA DE GUADUAS	PDF	Obtenido September 2017
97	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2016-2019, PUERTO SALGAR	June 2016	ALCALDÍA DE PUERTO SALGAR	PDF	Obtenido September 2017
98	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2016-2019, UTICA	-	ALCALDÍA DE UTICA	PDF	Obtenido September 2017
99	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2016-2019, CAPARRAPI	May 2016	ALCALDÍA DE CAPARRAPI	PDF	Obtenido September 2017
100	AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ VOLUMEN V – GESTIÓN DEL RIESGO	Aug. 2017	HUITACA	PDF	Obtenido Noviembre 2017
101	Información sobre CARMAC	-	MADS	PDF	Obtenido Marzo 2018

## Apéndice-2 Lista de talleres















## Apéndice-3 Resultado del estudio de línea base

## Resultado del estudio de la línea base

Abajo se presentan los resultados del estudio de factibilidad. Las partes *en negrilla y cursiva* son el análisis y conclusión del equipo de expertos, y otras partes son la descripción de la situación actual colombiana comprendida mediante las entrevistas con las entidades relevantes y lectura de los materiales publicados.

### (1) Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas

Fortalecimiento de la capacidad de evaluación del riesgo de inundaciones

#### Definición del riesgo de inundaciones

El riesgo se define como la combinación de la amenaza que incluye probabilidad de que se produzca un evento y la vulnerabilidad.<sup>1</sup> Por lo tanto, para fortalecer la capacidad de evaluación del riesgo, se requiere fortalecer tanto la capacidad de evaluación de amenazas como la capacidad de evaluación de vulnerabilidad.

#### Amenaza de inundación

En Colombia, las “inundaciones” se dividen en la “inundación lenta”, en la cual el nivel del agua se aumenta lentamente, y la “inundación súbita”, en la cual el nivel del agua se aumenta de manera repentina (*flashflood*). La inundación lenta ocurre en los tramos medio y bajo del Río Magdalena, y la inundación súbita ocurre en los ríos de pendiente alta, como los tributarios de los ríos principales, acompañada con el transporte de sedimentos.

#### Esfuerzos pasados en Colombia (Situación actual y retos)

Actualmente IDEAM, la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y otras universidades, Servicio Geológico Colombiano (SGC), y CAR realizan la evaluación de amenaza.

IDEAM y UNAL realizan la evaluación de amenaza de la inundación lenta, desde un punto de vista nacional. Se evalúa el área de inundación por período de retorno a nivel nacional con la escala 1:100.000, basado en las imágenes satelitales, datos de elevación digitales, y datos de observación del nivel del agua.

Varias entidades realizan la evaluación de amenaza de inundación súbita donde el nivel del agua se aumenta repentinamente, ya que las cuencas donde ocurren estas inundaciones son subcuencas (cuena de un tributario de un río principal) y frecuentemente son relacionados con los desastres de sedimento. ***Sin embargo, es un fenómeno de inundación complejo que involucra los sedimentos,***

---

<sup>1</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, Noviembre de 2014

**y no existen datos hidrográficos suficientes. Por lo tanto, existen pocos ejemplos de la evaluación de amenaza que incluye evaluación de la probabilidad.**

Las entidades que elaboran mapas de amenaza son: CAR como parte de la elaboración de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA en adelante), IDEAM y UNAL, quienes elaboran mapas de amenaza que incluye la evaluación de probabilidad (escala 1:5.000 aproximadamente) en 10 ciudades regionales.

Una de las características de los mapas de amenaza elaborados en Colombia es que el área de amenaza de inundación está presentada basado en la evaluación geomorfológica. Por ejemplo, POMCA para la cuenca de Río Negro elaborado por CAR incluye mapa de área de amenaza de inundación en escala 1:50.000. Esta área de amenaza está determinada basado en terrazas fluviales, micro topografía, y cauces antiguos desde el punto de vista geomorfológica y el registro de inundaciones pasadas. **Sin embargo, este tipo de evaluación cuantitativa geomorfológica no puede indicar el rango de variación de fenómenos hidrológicos meteorológicos o proveer un análisis detallado de amenazas con escala aproximadamente 1:5.000 en que los municipios están interesados.**

En Colombia, es una política combinar la evaluación de riesgo de inundación basado en el historial de inundaciones y el punto de vista geomorfológica, la metodología hidrológica (evaluar el caudal del río a partir de las precipitaciones y evaluar el fenómeno de inundaciones) basado en el historial de inundaciones y la geomorfología. Esta política es consistente con la tendencia de que la evaluación de riesgo de inundación a nivel espacial urbano en los municipios de Colombia se ha vuelto mandatorio bajo el requerimiento legal de incorporar el riesgo de inundación en POMCA para reflejar el riesgo de inundación en el plan de uso de suelo. **Por lo tanto, es necesario fortalecer la capacidad de evaluar los riesgos de inundación con una resolución más alta con un método hidrológico hidráulico.**

Las actividades de modelación para la evaluación de riesgos de inundaciones (incluidas las actividades de modelación hidrológica hidráulica para pronósticos y alertas) realizadas en Colombia se basan en proyectos, e incluso dentro de IDEAM, están siendo utilizados *softwares* de Europa (Países Bajos, Dinamarca), los Estados Unidos, y Japón. Las actividades de IDEAM están orientadas a las inundaciones lentas anteriormente mencionadas anteriormente en las que se aumenta el nivel del agua lentamente. El proyecto de modelo hidráulico dirigido a la zona de Mojana, una importante zona de inundación en la región de Magdalena Baja, está en curso con el apoyo técnico de los Países Bajos. **El manejo de las cuencas hidrográficas de los tributarios que están incluido en el modelo de la cuenca media del Río Magdalena que se mencionará posteriormente (Resultado 2) no es tan preciso debido a la falta de datos hidrológicos. Se reconoce que es importante que IDEAM mejore la precisión del modelo en las cuencas hidrográficas de los tributarios.**

### Condiciones de la cuenca piloto de Río Negro

La cuenca piloto de Río Negro es una de los tributarios del banco derecho del tramo medio del río Magdalena. El área de cuenca es de aproximadamente 4.500 km<sup>2</sup>, y la longitud del Río Negro principal es de 187 km. Es un río inclinado y alto, y su pendiente es entre 1/30 aguas arriba y 1/700 en aguas abajo. De las 300 subzonas hidrográficas en Colombia para las cuales se debe elaborar POMCA, 120 tienen área de cuenca entre 1,000 a 3,000 km<sup>2</sup>, el rango del área de cuenca más común para subzonas hidrográficas. Por lo tanto, el área de cuenca de Río Negro es cerca del promedio.

Los municipios de Útica y Villeta son las ciudades que enfrentan problemas de inundación en la cuenca de Río Negro. El municipio de Útica se encuentra en el punto de cambio de pendiente, donde se unen la Quebrada La Negra, Quebrada Terama y Río Negro; el área de cuenca aguas arriba alcanza los 2.082 km<sup>2</sup>. Sin embargo, el desastre que ha afectado al municipio de Útica durante más de los últimos 50 años es desastre de inundaciones con sedimentos de Quebrada Negra (área de cuenca de 70 m<sup>2</sup>). El más reciente ocurrió el 18 de abril de 2011. ***Esta inundación se caracteriza por el hecho de que el efecto de inundación cerca del centro urbano es aumentado por los sedimentos que escurren desde la ladera aguas arriba y fluyen por el cauce del río. Es necesario evaluar los riesgos teniendo en cuenta los sedimentos en el cauce.***

En el municipio de Villeta, el banco izquierdo del río Villeta en el centro urbano sufrió erosión, y el agua de la inundación llegó hasta áreas próximas al hospital.

SGC y CAR realizan la evaluación de riesgo de inundación de la Quebrada Negra (en cuanto a CAR, se hizo la solicitud para que comparta los materiales y no se ha revisado su contenido). SGC realiza la evaluación de riesgo de inundación teniendo en cuenta las características de sedimentos en la Quebrada Negra, desde la posición del centro de investigación nacional geológica.

#### Situación del esfuerzo en la evaluación de riesgo de inundación

Como un esfuerzo para evaluar el riesgo de inundación en Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promueve la incorporación del análisis de riesgo de desastres (deslizamientos de tierra, inundaciones (inundación lenta), inundaciones súbitas (flash flood), incendios forestales) en la formulación de POMCA. La formulación de POMCA por parte de la CAR está reglamentada en el decreto 1640 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), y el decreto 1807 (Ministerio de Vivienda) estipula que los resultados de la zonificación basado en los resultados del análisis de riesgo de desastres deben ser reflejados en el plan de ordenamiento territorial (POT). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable publicó lineamientos técnicos para la formulación de POMCA en 2014, entre los cuales se encuentran la política de gestión de riesgos y el proceso de implementación en POMCA. Además, también existen documentos internos que describen procedimientos más detallados (Protocolo). Sin embargo, a nivel nacional (396 subzonas hidrográficas), POMCAs que han incorporado la gestión de riesgos no se han publicado todavía, y muchos están en proceso de revisión. CAR, la entidad implementadora que actualiza POMCA,

afirma que está en el proceso de revisión de POMCA de tres subzonas dentro de la jurisdicción, dos de los cuales (Río Bogotá, Río Alto Suárez) se basan en Fondo, y sus actualizaciones se han tercerizado a la consultora del sector privado; se planea finalizar la actualización en diciembre de 2016. Con respecto a la otra subzona (Río Magdalena/Seco) se está formulando POMCA bajo la administración directa de CAR. Como se mencionó anteriormente, los esfuerzos para evaluar los riesgos de inundaciones en Colombia están materializados en la forma de incorporar la gestión de riesgos en el POMCA existente (revisión de POMCA), implementada desde el punto de vista de la gestión y el ordenación de los recursos hídricos y el medio ambiente del nacimiento del agua y la cuenca hidrográfica.

El reto actual para incorporar la gestión de riesgos en POMCA es el método para incorporar la vulnerabilidad (*vulnerability*). Existen problemas relacionados con el manejo de ítems que son difíciles de cuantificar, como las características regionales, y las condiciones sociales, culturales y ambientales. Además, dado que la escala de mapas disponibles para la gestión de riesgos es pequeña, también se procura asegurar una escala de 1: 25,000 para la formulación de POMCA, incluidos los resultados de la zonificación.

Como resultado del estudio de línea de base, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha incorporado la gestión de riesgos en POMCA desde el punto de vista de la gestión y la ordenación de los nacimientos de agua y medio ambiente de cuencas. El punto de vista del manejo de inundaciones basadas en medidas estructurales/no estructurales enfocado en el río no es su enfoque. Esto también es evidente en la opinión de CAR que las medidas estructurales/no estructurales son la responsabilidad de los municipios. Es necesario continuar las discusiones en el futuro para la relación entre la cuantificación del riesgo de inundaciones (número proyectado de personas afectadas, el monto proyectado de daños, etc.), la planificación de medidas basada en el resultado de la evaluación de riesgos ( $\approx$  plan del río) y POMCA.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo y CAR esperan los aportes del equipo de expertos sobre el método de gestión de riesgos de POMCA. En cuanto a la evaluación de riesgos desde el punto de vista de gestión y ordenación de los nacimientos de agua y cuencas hidrográficas (gestión de riesgo de POMCA), y la gestión de riesgos desde el punto de vista del manejo de inundaciones y reducción de daños, los cuales el proyecto planea aportar, el primer paso sería aclarar la diferencia y puntos en común entre C/P y el equipo de expertos. Es necesario continuar el diálogo para lograr una comprensión mutua con C/P.

Además, UNGRD está mostrando interés en la gestión integral de la prevención de desastres y el establecimiento de objetivos para la reducción cuantitativa de daños basada en la política Marco de Sendai adoptada en la Tercera Conferencia Mundial de la ONU sobre Reducción de Desastres. La estimación de daños directos e indirectos provocados por las inundaciones se considera un enfoque efectivo en términos de gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. Es necesario continuar discutiendo con UNGRD sobre los contenidos de la evaluación de riesgo de

*inundaciones apropiados para Colombia, dando insumos sobre ejemplos japoneses de las estimaciones de daños japoneses.*

Introducción del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) y concepto del manejo de cuenca

*La gestión integral del riesgo de inundación se refiere a la formulación de un plan de una combinación de medidas estructurales y no estructurales basado en la evaluación de amenazas y riesgos relacionados con inundaciones en la cuenca desde el punto de vista de toda la cuenca, aclaración de la repartición de responsabilidades entre las entidades relevantes, y la implementación este plan.*

En el estudio de la línea base realizado entre julio y agosto de 2015, se realizaron entrevistas con CAR y el Departamento, que son relacionados con la cuenca de Río Negro, y el estudio de campo. La situación actual de “la evaluación de amenazas y riesgo relacionados con la cuenca) corresponde se ha mencionado anteriormente.

*Los elementos comunes que se muestran en IC / R son bien conocidos como menú de la gestión integral del riesgo de inundaciones. Sin embargo, el plan de cada cuenca hidrográfica es diferente según las características sociales naturales de las cuencas y los ríos.*

La mayoría de la cuenca de Río Negro es río inclinado y rápido; los asentamientos pequeños están ubicados de manera dispersa en laderas de valles profundos, y las áreas urbanas a lo largo del río incluyen los municipios de Útica y Villeta, etc. En el municipio de Utica, el desastre de inundaciones en el punto de confluencia de los ríos con bastante escorrentía de sedimentos ha sido un problema desde hace 50 años, y como una medida, el dragado en el cauce del río, la protección los bancos, y el canal de bypass han sido propuestos por centros de investigación del gobierno central, los mismos municipios y CAR. A partir del desastre por inundaciones en abril de 2011, en el municipio de Utica, se han construido jarillones con bolsa de arena en el cauce principal de Río Negro, se ha realizado dragado de sedimentos en la parte central del cauce del río, y se han construido jarillones con sedimentos dragados en la Quebrada Negra. *Este plan y diseño fueron realizados por el Departamento de Cundinamarca y Car, y aunque se espera algo de efectividad, no están claras las bases del plan desde el punto de vista de la ingeniería del río, la evaluación cuantitativa de la efectividad, y la repartición de responsabilidades entre estas entidades.*

Por otro lado, también se avanza la introducción de medidas no estructurales, como la instalación de sensores del nivel del agua aguas arriba, por la iniciativa propia del municipio. *En este sentido, se observa que existe cierto grado de comprensión de la necesidad de las medidas integrales para la reducción del riesgo de inundaciones.*

En el caso del municipio de Útica, también se sabe bien que la escorrentía de sedimentos aguas arriba agravan los desastres de inundación, y el esquema de ordenamiento territorial del municipio claramente menciona las medidas que combinan las estructuras de control de escorrentía de

sedimentos y la rectificación del cauce también.

**El reto es analizar los problemas locales desde un punto de vista de toda la cuenca, analizar el río de manera longitudinal y entender estos problemas locales de inundación desde un punto de vista de ingeniería del río, bajo la situación actual donde estos problemas de Útica se tratan como problemas estrictamente locales junto con el municipio aguas arriba de Quebradanegra.**

**(2) Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).**

**Red de monitoreo hidrológico meteorológico**

IDEAM actualiza e instala las estaciones meteorológicas e hidrológicas. Desde la realización del estudio de JICA en 2013, se han instalado 6 estaciones meteorológicas, 56 estaciones de precipitaciones y 23 estaciones de observación hidrológica. IDEAM tiene previsto instalar el radar meteorológico (banda C) con el fondo de mantenimiento en 2016.

**Utilización de datos hidrológicos meteorológicos**

IDEAM procura utilizar datos satelitales de precipitación para compensar la escasez de estaciones de observación de precipitación. *Sin embargo, el análisis de la diferencia entre el valor de observación en la tierra y el valor del satélite no se realiza de manera extensa.*

IDEAM está desarrollando un modelo hidrológico hidráulico para el pronóstico y alerta de inundaciones como parte de la utilización de datos hidrológicos y meteorológicos.

- Modelo de la cuenca media del Río Magdalena (incluida la cuenca de Río Negro)

Incluye 8 cuencas de los tributarios en el tramo medio del Río Magdalena (tramo de 200km desde Pto. Salgar hasta Barranquilla) Se utiliza HEC-HMS para la cuenca del tributario y MIKE11 para el cauce. IDEAM explicó que los datos de observación están incluidos en el cauce.

- Modelo de la cuenca alta del Río Cauca

CVC (Corporación Autónoma Regional local) lo está desarrollando con el *software* danés llamado HVB.

- Modelo de la cuenca alta del Río Bogotá

Un modelo de escorrentía de precipitación desarrollado con HEC-HMS. Un trabajo conjunto entre CAR e IDEAM.

Estos modelos están incorporados en un sistema de plataforma integral holandés llamado FEWS (*Flood Early Warning System*, siglas en inglés). FEWS utiliza el sistema HYDRA3 para visualizar los datos de observación en tiempo real de IDEAM.



### Alerta temprana de inundación

IDEAM publica advertencias y alertas de inundación basada en la precipitación acumulada en áreas grandes a nivel regional en su página web y las trasmite a diferentes entidades.

En cuanto al pronóstico y alerta en ríos individuales, IDEAM define los niveles del agua como nivel de alerta (roja), nivel de advertencia (naranja) y nivel de precaución (amarilla), y trasmite la información a los ciudadanos cuando se proyecta que el nivel del río se acercará a estos niveles. Como regla base se determina el nivel de alerta como el nivel del agua que causa daños a las viviendas etc. en el punto donde está instalada la estación del nivel. **Sin embargo, no se ha comprendido bien el área proyectada de inundación aguas arriba y debajo de la estación del nivel.** Además, aunque IDEAM tiene un plan de instalar más estaciones del nivel en tiempo real, **aún se requiere aumentar el conocimiento técnico para seleccionar un punto efectivo para la instalación y mejorar el levantamiento topográfico y la observación de caudal.**

Adicionalmente, se trata como un modelo hidrológico (escorrentía de las laderas) la cuenca de Río Negro, una cuenca representativa de un tributario en el banco derecho en el modelo de inundación de la cuenca media del Río Magdalena que IDEAM está construyendo. **Sin embargo, es un modelo bastante sencillo por la falta de datos de precipitación en período corto, por lo que no se logra pronosticar el nivel del agua con este modelo.**

### Comunicación de la información

En el sistema de monitoreo hidrológico meteorológico de IDEAM, se reciben los datos enviados del sistema automático de las estaciones en tiempo real y dos llamadas diarias del observador en las represas y las estaciones de observación del nivel del agua a nivel nacional-

**Se requiere mejorar estas alertas del nivel del agua de IDEAM y su precisión en cuanto a la comunicación de esta información a los municipios locales en el área de alerta de inundación, para efectos de la evacuación, etc.**

En el estudio de la línea base, se confirmó casos en que se encuentra el sistema a nivel municipal. Por ejemplo, en el municipio de Villeta, en la cuenca alta de Río Negro, los bomberos locales inician la respuesta cuando el nivel del agua llega a 2m más alto que el nivel normal del río, el cual está definido como el nivel de alerta. Asimismo, en Útica, se realiza la comunicación del municipio aguas arriba al municipio aguas abajo como parte de las medidas de seguridad. También los bomberos del municipio monitorean los 4 sensores instalados por el municipio para responder a la inundación. Se confirmó se ha construido de manera exitosa un sistema de respuesta a la inundación a nivel municipal.

**(3) Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidad del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones (principalmente para UNGRD e IDEAM)**

**Situación actual de la gestión del riesgo**

Se entiende que los documentos que son la base de la gestión del riesgo de inundaciones son POT a nivel de los municipios y POMCA al nivel de la cuenca. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaboró la guía para la incorporación del riesgo en los finales de 2013 y el Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en POMCA en noviembre de 2014.

La Política nacional del agua de 2010 estipula que es la responsabilidad del Ministerio de Ambiente estudiar la política estratégica para las macrocuencas (existen 5 incluyendo Magdalena-Cauca). La estrategia debe incluir la gestión del riesgo.

Con la Constitución de 1991 avanzó la descentralización, y se aumentaron las responsabilidades de los municipios. Como resultado, las responsabilidades de evaluación de riesgos y medidas para mitigar inundaciones son principalmente de los municipios. *Por lo tanto, se considera que es necesaria la función de coordinación de medidas en el plan de río en caso de que las medidas involucren varios municipios aguas arriba y aguas abajo del río (por ejemplo, la relación entre las ubicaciones del nacimiento y las áreas a proteger).*

*Además, basado en las opiniones sobre la gestión del riesgo de inundaciones de C/P, se confirmó que se espera la mejora en la calidad de vida de los residentes con la formulación del plan de gestión del riesgo de inundaciones y que se requiere discusiones sobre la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones ya que actualmente esta no está clara.*

**Evaluación del riesgo de desastre**

En los últimos años, UNGD y departamentos han expandido áreas de esfuerzo de la respuesta pos-desastre a la preparación y adquisición del conocimiento. Dentro de estos esfuerzos, la entidad responsable de la evaluación de amenaza para deslizamiento y actividades sísmicas es SGC, para las inundaciones son IDEAM y UNGRD conjuntamente.

En cuanto a la evaluación del riesgo, se considera que se requieren el conocimiento relacionado con la metodología de la evaluación de vulnerabilidad y conceptos sobre la zonificación para la formulación de POMCA y POT.

Basado en la ley 1523, con el fin de incorporar el riesgo de inundaciones en POT, los departamentos y CAR han iniciado la elaboración de los mapas de riesgo conjuntamente. Puesto que los elementos culturales locales influyen en gran medida la gestión del riesgo de inundaciones, se crean los comités de cuenca e intercambian la información entre partes interesadas para la formulación de POMCA.

## Regulación del uso de suelo

En los municipios que sufrieron la inundación súbita en mayo del presente año (2015), se generaron grandes daños como resultado de la falta de tiempo de ventaja para emitir la alerta, debido a que el nivel del agua se aumentó rápidamente, a pesar de que se habían compartido previamente la información sobre la inundación y desastres de sedimento. En estos lugares, el tiempo entre la obtención de información hasta la evaluación es extremadamente corta, y la regulación del uso de suelo sería una medida apropiada. Sin embargo, la implementación de la regulación del uso de suelo es sumamente difícil en los centros urbanos existentes.

- (4) Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.**

*Se aclaró que no se ha logrado la administración del río que cuenta con en la elaboración del plan de río, el estudio de las medidas, la evaluación económica y la repartición de responsabilidades basado en la ingeniería del río, en la cuenca mediana como la cuenca de Río Negro.*

Los ítems relacionados con las directrices de las actividades futuras dentro de los resultados del estudio de cada Resultado anteriormente mencionado a partir de la siguiente página.

## **Resultado del estudio de la línea base (Extracto)**

Basado en el resultado del estudio de la línea base, en la siguiente tabla se organizaron los ítems relacionados a la dirección de las actividades futuras por resultado, categorizándolos como “ítems, hechos” “análisis” “retos” y “método/directrices para capacitaciones futuras.

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
<b>Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación de riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas</b>				
<b>A. Fortalecer la capacidad de evaluar los riesgos de inundación con una resolución</b>				
1	Una de las características de los mapas de amenaza elaborados en Colombia es que el área de amenaza de inundación está presentada basado en la evaluación geomorfológica.	Este tipo de evaluación cuantitativa geomorfológica no puede indicar el rango de variación de fenómenos hidrológicos meteorológicos o proveer un análisis detallado de amenazas con escala aproximadamente 1:5.000 en que los municipios están interesados.	Es necesario evaluar los riesgos de inundación con una resolución más alta en un mapa con escala más detallada basado en un método hidrológico hidráulico.	Realizar capacitaciones sobre métodos de evaluación de riesgo de inundaciones basado en amenazas de inundación calculada con una metodología hidrológica hidráulica a través del trabajo de la formulación del plan de río.
2	IDEAM prioriza la modelación para la evaluación de amenaza de inundación lenta donde el nivel del agua se aumenta lentamente.	El manejo de las cuencas hidrográficas de los tributarios que están incluido en el modelo de la cuenca media del Río Magdalena no es tan preciso debido a la falta de datos hidrológicos.	Se reconoce que es importante que IDEAM mejore la precisión del modelo en las cuencas hidrográficas de los tributarios.	Realizar capacitaciones que mejore la precisión del modelo a nivel de tributarios a través del trabajo de la formulación del plan de río.
3	Los problemas de inundación en el municipio de Útica en la cuenca de Río Negro son desastres de	Esta inundación se caracteriza por el hecho de que el efecto de inundación cerca del centro urbano	Es necesario evaluar los riesgos teniendo en cuenta los sedimentos en el cauce.	Realizar capacitaciones sobre métodos de evaluación de amenaza de inundaciones que tienen en

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
	inundación que incluyen sedimentos.	es aumentado por los sedimentos que ocurren desde la ladera aguas arriba y fluyen por el cauce del río.		cuenta los sedimentos a través del trabajo de la formulación del plan de río.
<b>B. Evaluación de riesgo de inundación</b>				
4	En Colombia, el riesgo se define como la combinación de la amenaza que incluye probabilidad de que se produzca un evento y la vulnerabilidad. Actualmente existen pocos POMCAs en que la gestión del riesgo está reflejada, y la mayoría se encuentra en el proceso de revisión.	El reto actual para incorporar la gestión de riesgos en POMCA es el método para incorporar la vulnerabilidad ( <i>vulnerability</i> ). Existen problemas relacionados con el manejo de ítems que son difíciles de cuantificar, como las características regionales, y las condiciones sociales, culturales y ambientales. El punto de vista del manejo de inundaciones basadas en medidas estructurales/no estructurales enfocado en el río no es su enfoque.	Es necesario evaluar la vulnerabilidad de manera apropiada. Es necesario continuar las discusiones en el futuro para la relación entre la cuantificación del riesgo de inundaciones (número proyectado de personas afectadas, el monto proyectado de daños, etc.), la planificación de medidas basada en el resultado de la evaluación de riesgos ( $\approx$ plan del río) y POMCA.	Realizar capacitaciones en las que se estudia y enseña (discute) la metodología de evaluación de vulnerabilidad y métodos apropiados de su incorporación. Se estudia y enseña los métodos de incorporación de la gestión del riesgo desde el punto de vista del manejo de inundación. En cuanto a la evaluación de riesgos desde el punto de vista de gestión y ordenación de los nacimientos de agua y cuencas hidrográficas (gestión de riesgo de POMCA), y la gestión de riesgos desde el punto de vista del manejo de inundaciones y reducción de daños, los cuales el proyecto planea aportar, el primer paso sería aclarar la diferencia y puntos en común entre C/P y el

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
5	UNGRD está mostrando interés en la gestión integral de la prevención de desastres y el establecimiento de objetivos para la reducción cuantitativa de daños basada en la política Marco de Sendai adoptada en la Tercera Conferencia Mundial de la ONU sobre Reducción de Desastres.	La estimación de daños directos e indirectos provocados por las inundaciones se considera un enfoque efectivo en términos de gestión del riesgo de inundaciones en Colombia.	Es necesario introducir metodologías para la estimación de daños directos e indirectos provocados por las inundaciones.	Es necesario continuar discutiendo sobre los contenidos de la evaluación de riesgo de inundaciones apropiados para Colombia, dando insumos sobre ejemplos japoneses de las estimaciones de daños japoneses.
<b>C. Introducción del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones y concepto del manejo de cuenca</b>				
6	En el municipio de Utica, se han construido jarillones con bolsa de arena en el cauce principal de Río Negro, se ha realizado dragado de sedimentos en la parte central del cauce del río, y se han construido jarillones con sedimentos dragados en la Quebrada Negra.	Este plan y diseño fueron realizados por el Departamento de Cundinamarca y Car, y aunque se espera algo de efectividad, no están claras las bases del plan desde el punto de vista de la ingeniería del río, la evaluación cuantitativa de la efectividad, y la repartición de responsabilidades entre estas entidades.	Es necesario formular y evaluar el plan desde el punto de vista de ingeniería del río.	Presentar las metodologías para formular y evaluar el plan desde el punto de vista de ingeniería del río a través del trabajo de la formulación del plan de río.
7	También se avanza la introducción	Se observa que existe cierto grado	Es necesario que los participantes	Realizar capacitaciones sobre las

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
	de medidas no estructurales, como la instalación de sensores del nivel del agua aguas arriba, por la iniciativa propia del municipio.	de comprensión de la necesidad de las medidas integrales para la reducción del riesgo de inundaciones.	logren una comprensión más profunda sobre las medidas integrales de manera sistemática.	medidas integrales a través del trabajo de la formulación del plan de río.
8	En el caso del municipio de Útica, también se sabe bien que la escorrentía de sedimentos aguas arriba agravan los desastres de inundación, y el esquema de ordenamiento territorial del municipio claramente menciona las medidas que combinan las estructuras de control de escorrentía de sedimentos y la rectificación del cauce también.	Actualmente, estos problemas de Útica se tratan como problemas estrictamente locales junto con el municipio aguas arriba de Quebradanegra.	Es necesario analizar los problemas locales desde un punto de vista de toda la cuenca, analizar el río de manera longitudinal y entender estos problemas locales de inundación desde un punto de vista de ingeniería del río.	Realizar capacitaciones sobre la metodología del análisis de la cuenca entera y longitudinal a través del trabajo de la formulación del plan de río.
<b>Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).</b>				
9	IDEAM reconoce que se necesita compensar la falta de estaciones de observación de precipitación.	IDEAM procura utilizar datos satelitales de precipitación para compensar la escasez de estaciones de observación de precipitación.	Es necesario establecer un método de evaluación de precipitación mediante el análisis de la diferencia entre el valor de observación en la tierra y el valor del satélite.	Realizar capacitaciones para analizar la diferencia entre el valor de observación en la tierra y el valor del satélite y comprender su tendencia.
10	En cuanto al pronóstico y alerta en	Como regla base se determina el	Es necesario comprender el nivel	Realizar capacitaciones sobre los

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
	ríos individuales, IDEAM define los niveles del agua como nivel de alerta (roja), nivel de advertencia (naranja) y nivel de precaución (amarilla), y trasmite la información a los ciudadanos cuando se proyecta que el nivel del río se acercará a estos niveles.	nivel de alerta como el nivel del agua que causa daños a las viviendas etc. en el punto donde está instalada la estación del nivel. Sin embargo, no se ha comprendido bien el área proyectada de inundación aguas arriba y debajo de la estación del nivel.	del agua que causa daños y su expansión horizontal. Se requiere mejorar estas alertas del nivel del agua y su precisión	métodos de comprensión y análisis del nivel del agua que causa daños y su expansión horizontal, a través de la selección de un área piloto para realizar análisis.
11	Se trata como un modelo hidrológico (escorrentía de las laderas) la cuenca de Río Negro, una cuenca representativa de un tributario en el banco derecho en el modelo de inundación de la cuenca media del Río Magdalena que IDEAM está construyendo.	Es un modelo bastante sencillo por la falta de datos de precipitación en período corto, por lo que no se logra pronosticar el nivel del agua con este modelo	Es necesario pronosticar el nivel del agua del río al nivel de la cuenca de Río Negro para responder a las necesidades locales.	Realizar capacitaciones donde se estudia la metodología para pronosticar el nivel del agua del río al nivel de la cuenca de Río Negro a través del trabajo de la formulación del plan de río.
12	Se confirmaron casos en que se encuentra el sistema a nivel municipal.	Son escasos los casos en que se encuentra establecido el sistema.	Es necesario clasificar de manera sistémica los sistemas que están funcionando de manera apropiada para replicarlo.	Analizar y clasificar los sistemas que están funcionando de manera apropiada.
<b>Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidad del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones</b>				
13	Con la Constitución de 1991 avanzó la descentralización, y se aumentaron las responsabilidades de	Se considera necesaria la función de coordinación de medidas en el plan de río en caso de que las	Es necesario reglamentar la repartición de responsabilidades entre entidades relevantes para	Aclarar la repartición de responsabilidades a través del trabajo de la formulación del plan



#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
	los municipios. Como resultado, las responsabilidades de evaluación de riesgos y medidas para mitigar inundaciones son principalmente de los municipios.	medidas involucren varios municipios aguas arriba y aguas abajo del río (por ejemplo, la relación entre las ubicaciones del nacimiento y las áreas a proteger).	coordinar las medidas del plan.	de río. Crear oportunidades para construir una comprensión común entre las entidades colombianas, a través de las opiniones de cada entidad expresadas en los talleres.
<b>Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.</b>				
14	Diferentes entidades poseen la información relevante necesaria para la formulación de IFMP.	Al parecer existe bastante información, sin embargo varias entidades poseen una parte de manera dispersa, y no es común compartir la información entre las entidades relevantes.	Es necesario averiguar qué entidad posee qué tipo de información de manera concreta y recolectar la información.	Avanzar la preparación para la formulación del plan, organizando la información que posee cada entidad en matriz de información, recolectando la información y realizando preparativos para compartirla en el futuro.
15	Se ha logrado la administración del río que cuenta con en la elaboración del plan de río, el estudio de las medidas, la evaluación económica y la repartición de responsabilidades basado en la ingeniería del río, en la cuenca mediana como la cuenca de Río Negro.	Actualmente se formulan los planes a nivel local. Por otro lado, existen lugares que requieren la formulación y evaluación del plan desde el punto de vista de IFMP.	Es necesario facilitar la formulación del plan y evaluación desde el punto de vista de la cuenca y de la ingeniería del río.	Introducir la metodología para la formulación del plan y evaluación desde el punto de vista de la ingeniería del río. El primer paso es lograr reconocimiento y comprensión mutua sobre los retos relacionados con el manejo de río con la parte colombiana. Definir áreas objetivo del estudio y formular un plan que contiene la

#	Ítems, hechos	Análisis/observación	Retos	Método/directrices para capacitaciones futuras
				meta de la ordenación de río/cuenca y los métodos de la ordenación de río / cuenca (medidas estructurales y no estructurales).

Apéndice-4 Resultado 2, recomendaciones sobre la alerta temprana de inundaciones

## Recomendaciones para la alerta temprana de inundación

Equipo de expertos de JICA

Este documento contiene recomendaciones para el mejoramiento de la alerta temprana en Colombia, teniendo en cuenta la situación actual comprendida a través de las actividades del proyecto.

Las siguientes recomendaciones son para el mejoramiento de la alerta temprana de inundación en la subzona hidrográfica con el área de cuenca similar a la cuenca de Río Negro (4.572 km<sup>2</sup>).

- IDEAM emite alertas a nivel nacional; sin embargo, se deben establecer oficinas regionales de IDEAM para emitir alertas tempranas de inundación al nivel de subzonas hidrográficas.
- Aunque se avanza la instalación de estaciones de nivel en tiempo real, las estaciones de medición visual aún son la mayoría. Por lo tanto, se deben instalar más estaciones de nivel en tiempo real, teniendo en cuenta la jurisdicción de cada estación, con el fin de emitir la alerta de inundación de manera oportuna. Si el área no es apta para la instalación de estaciones de nivel en tiempo real, se debe aumentar la frecuencia de medición visual cuando se aumenta el nivel antes de una inundación como parte del esfuerzo para lograr una respuesta oportuna a las inundaciones.
- En las áreas donde no necesariamente se pueden emitir las alertas de inundación de manera eficiente y será efectivo contar con el apoyo del departamento, con el fin de promover la colaboración en materias de la alerta temprana entre municipios aguas arriba y aguas abajo. Como parte de las actividades de este proyecto, se realizó un taller implementado bajo la dirección del Departamento de Cundinamarca, con asistencia de 11 municipios, celebrado el día 17 de febrero en 2017 en el municipio de Guaduas, el cual sirve como referencia.
- Es necesario elaborar mapas de amenaza de inundación con escala de 1:10.000, que contribuirán a la formulación del plan de evacuación. Si no es posible construir un modelo de análisis de inundación, se deben estudiar los registros de grandes desastres pasados para identificar las áreas de amenaza de inundación.
- Con el fin de proveer información efectiva desde el punto de vista de quien recibe la alerta, se deben definir a nivel municipal las acciones de prevención de desastres requeridas (la respuesta de los municipios y acciones para la evacuación de residentes) para cada nivel de agua de peligro (amarillo, naranja y rojo). Idealmente, UNGRD debe crear una guía para los municipios sobre reglamentos sobre las acciones de prevención de desastre basado en cada tipo de información de alerta.

- Es necesario estudiar el tiempo requerido para la difusión de la alerta y para la evacuación para identificar el cronometraje de la emisión de la alerta que permite asegurar el tiempo de ventaja suficiente para la evacuación, con el fin de tomar acciones apropiadas de prevención de desastre antes de la generación de inundación. Como parte de las actividades del proyecto, se estudió el caso del municipio de Córdoba en la cuenca de Río Negro, el cual sirve como referencia.
- Para estudiar la efectividad de la alerta, se debe construir el sistema de recolección de retroalimentación de parte de quienes reciben la alerta como los municipios y los residentes después de cada desastre. Se espera que este sistema puede mejorar el contenido y el cronometraje de la alerta.

Las siguientes recomendaciones incluyen los ítems que se pueden estudiar en Colombia en el futuro para los desastres repentinos y locales, como el flujo de detritos ocurrido en Mocoa en abril de 2017, aunque este tipo de desastres no se estudió en este proyecto.

- Con el fin de responder a los desastres locales repentinos, IDEAM debe construir un sistema que permite la emisión de alertas de fuertes precipitaciones horarias en lugar de alertas diarias que se emiten actualmente, mediante el aumento de estaciones meteorológicas en tiempo real así como el uso los radares meteorológicos que se instalarán en el futuro.
- Aunque se observa un avance relativo el pronóstico de inundaciones, no se observa avance significativo en el estudio de riesgo de desastres de sedimento. Por lo tanto, es necesario identificar las áreas que requieren precaución para los desastres de sedimentos antes de que surjan las emergencias.

Las siguientes recomendaciones son para el mejoramiento de la alerta temprana de inundación en los ríos principales como el río Magdalena.

- Aunque existe suficiente tiempo de ventaja desde el aumento de nivel hasta la generación de inundación, es necesario estudiar las preparaciones previas de las provisiones requeridas durante la inundación antes de que surjan las emergencias, ya que la duración de la inundación es generalmente larga.
- Se debe promocionar la colaboración en la evacuación y alertas tempranas entre los municipios relevantes antes de que surjan las emergencias, ya que existen casos en que los daños por inundación afecten varios municipios, con el apoyo al nivel departamental o al nivel nacional.

Apéndice-5 Resultado 3, recomendaciones sobre la repartición de responsabilidades

## **Recomendaciones sobre la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones entre los gobiernos locales y gobierno central**

En este proyecto, se realizaron 12 talleres entre octubre de 2015 y marzo de 2018, donde participaron los representantes de las entidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia y donde repetidamente se discutió la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación entre el gobierno central y los gobiernos locales. Este documento detalla las recomendaciones del equipo de expertos sobre las responsabilidades que cada entidad debe asumir, teniendo en cuenta las discusiones y los acuerdos alcanzados en los talleres, las capacidades (técnica, recursos humanos, recursos) de cada entidad relacionada con la gestión del riesgo de inundaciones, y las opiniones del equipo de expertos.

Tabla 1 Puntos sobre las responsabilidades y roles del gobierno central y los gobiernos locales relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones acordados en los talleres

Ítems para implementar			Gobierno nacional				Entidades regionales					
			UNGRD	MADS	IDEAM	CARMAC	CORMAGD ALENA	Departamento	CAR	Municipio		
Río Principal	Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	Apoyo en caso de inundaciones grandes		Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○		
			¿La magnitud de los daños?									
		¿La causa de la inundación?			○		Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo		
	Evaluación integral y organización de los problemas			○	○	Apoyo (solo amenaza)	○	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo	
	Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones - Definición del área de conservación - Definición de la escala de diseño										
		¿Dónde se implementarán estas medidas? - Definición del caudal de diseño - Definición de área de inundación - Estudio de costo-beneficio			○	Apoyo	○	Apoyo	Apoyo			
	Implementación de medidas	Medidas estructurales (Dique)	Estudio y diseño		○		Proveer información		Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
			Obras		Apoyo		Proveer información		Apoyo	Apoyo	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración		Apoyo		Proveer información		Apoyo	○	○	○
		medidas no estructurales (administración de llanuras inundables)	Política y guía				○					
Estudio y planeación / Regulación / Monitoreo									○ solo area admin			
Sub-zona	Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	Apoyo en caso de inundaciones grandes		Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○		
			¿La magnitud de los daños?									
			¿La causa de la inundación?			○				○	○	
	Evaluación integral y organización de los problemas			Apoyo				Apoyo	○	Apoyo		
	Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones - Definición del área de conservación - Definición de la escala de diseño										
		¿Dónde se implementarán estas medidas? - Definición del caudal de diseño - Definición de área de inundación - Estudio de costo-beneficio				○	Proveer información			○	○	
	Implementación de medidas	Medidas estructurales (estructuras de prevención de inundaciones)	Estudio y diseño				Proveer información			○		
			Obras				Proveer información		○	○	Apoyo	
			Mantenimiento y administración				Proveer información		○	○	○	
			Estudio				Proveer información			○		
Obras (dragado etc.)				Apoyo				○	○	Apoyo		
Mantenimiento y administración								○	○	○		
Regulación del uso de suelo		Creación de mapa de reducción de riesgo de desastres (inundación) (Mapa DRR)	Recolección de la información e identificación de áreas de inundación				○			○	○	
			Análisis de escorrentía e inundación				Apoyo			○		
		Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables (conservación de los humedales)	Creación y distribución de mapa de reducción de riesgo de desastres					○			○	
			Política y guía				○					
Pronóstico y alerta de inundaciones		Mejoramiento del sistema del pronóstico y alerta de inundación	Estudio y planeación				Proveer información			○	○	
			Regulación / Monitoreo							○	○	
			Observación de la precipitación y el nivel del agua				○			○	○	
	Crear conciencia entre los residentes	Pronóstico de nivel de agua				○			○	○		
		Organización del sistema (comunicación de información)		○			○		○	○		
Mejoramiento de respuesta a la inundación		Preparación de folletos y realización de orientaciones						○		○		
				○				○		○		



Tabla 2 Recomendaciones sobre las responsabilidades y roles para cada entidad relacionada con la gestión del riesgo de inundaciones

Entidad	Ítems acordados en los talleres	Recomendación sobre actividades futuras
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)	Apoyar a los municipios en colaboración con el departamento en la comprensión de la situación de daños, etc. en grandes inundaciones. Liderar la evaluación integral de la tarea en ríos grandes, y apoyar el proceso en subzonas hidrográficas. Liderar los estudios sobre medidas en los ríos grandes y apoyar el dragado de sedimentos, etc. en subzonas hidrográficas.	A través de una evaluación integral de los problemas de los ríos grandes y el estudio de medidas, formular IFMP-RP en una etapa temprana en cooperación con MADS, IDEAM y CARMAC. Idealmente liderar la respuesta a las inundaciones en cooperación con entidades relacionadas desde un punto de vista integral en grandes inundaciones.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Para los ríos grandes, evaluar de manera integral los problemas de gestión de riesgos de inundaciones y apoyar en el estudio de medidas. En subzonas hidrográficas, liderar el estudio de medidas. Administrar las llanuras inundables como una medida no estructural sin importar si es en los ríos grandes o subzonas hidrográficas.	Idealmente, participar activamente en la formulación IFMP-RP e IFMP-SZ. Es conveniente aprovechar el hecho de que es una entidad capaz de estudiar toda la cuenca hidrográfica desde una perspectiva ambiental, especialmente en lo relativo a la retención de agua en la cuenca y el control de la escorrentía de sedimentos.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)	Liderar la identificación de las causas de las inundaciones y el estudio de las medidas como la definición del caudal planificado en los ríos grandes. Liderar la elaboración del mapa DRR (reducción de riesgo de desastre, siglas en inglés) y el mejoramiento del pronóstico y de la alerta de inundaciones. Proporcionar información hidrológica y meteorológica en cada etapa del reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas y la implementación de las medidas.	Idealmente, contribuir a la gestión del riesgo de inundaciones utilizando de manera efectiva la tecnología de análisis de la información que posee la entidad. Es necesario considerar la elaboración del mapa DRR y el mejoramiento del sistema de pronóstico y alerta de inundaciones en la aplicación a los ríos grandes.
Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca (CARMAC)	Estudiar la gestión del riesgo de inundaciones en CARMAC aprovechando el marco existente que incluye entidades relacionadas con la planificación de grandes ríos. Con respecto a la gestión del riesgo de inundaciones de los ríos grandes, realizar una evaluación integral de los problemas y apoyar en el estudio de las medidas.	Idealmente, utilizar este comité para formular IFMP-RP. Son escasas las oportunidades en que las entidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones se reúnen en un solo lugar, y es ideal que los comités equivalentes al CARMAC cumplan con esta función en otros ríos grandes que no sean el Río Magdalena.
CORMAGDALENA	Apoyar a las entidades responsables principales en cada etapa, del	Actualmente la entidad cuenta con una trayectoria comprobada de la

Entidad	Ítems acordados en los talleres	Recomendación sobre actividades futuras
	reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas e implementación de las medidas en el Río Magdalena. Dado que actualmente no existe una disposición legal para instituir activamente el control de inundaciones por parte de la entidad, el papel de la entidad es limitado.	formulación del plan de manejo de cuencas e instalación de estructuras fluviales, y posee la capacidad de liderar el ordenamiento del río. Por lo tanto, es ideal que la entidad considere la posibilidad de enmiendas legales que fortalecerían su autoridad, participe activamente en cada etapa de reconocimiento de problemas, estudio de las medidas e implementación de las medidas.
Departamentos	Apoyar en la situación de daños en inundaciones medianas y la evaluación integral de tareas. Apoyar el estudio, diseño, construcción e implementación de las medidas estructurales en los ríos grandes, y liderar su administración y mantenimiento y el monitoreo. Liderar la implementación de medidas estructurales y no estructurales en subzonas hidrográficas.	Es ideal fortalecer la colaboración entre los municipios y CAR a fin de facilitar la respuesta inmediatamente después de un desastre y la implementación de medidas estructurales. Idealmente, liderar la implementación de medidas estructurales y no estructurales junto con CAR, especialmente en subzonas hidrográficas.
Corporación Autónoma Regional (CAR)	En los ríos grandes, apoyar el estudio de la causa de las inundaciones, la evaluación integral de tareas, y la regulación del uso de suelo en las llanuras inundables. En subzonas hidrográficas, liderar el reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas, la implementación de las medidas en cada etapa del proceso.	Idealmente liderar la formulación de IFMP-SZ en subzonas hidrográficas y la implementación de la gestión de riesgos de inundación basada en ello, aprovechando las experiencias pasadas de formular POMCAs e implementar las obras del río.
Municipios	Liderar la evaluación de la situación de daños. Liderar la administración y el mantenimiento de las medidas estructurales y apoyar en el reconocimiento de tareas y la implementación las medidas estructurales en los ríos grandes. Liderar el estudio de las medidas y la administración y el mantenimiento de las estructuras, y la implementación de medidas no estructurales y apoyar la implementación de medidas estructurales en subzonas hidrográficas.	En vista de la falta de recursos humanos y capacidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones en la situación actual, es ideal crear conciencia sobre la gestión del riesgo de inundaciones, desarrollando los recursos humanos y fortaleciendo los sistemas de respuesta a las inundaciones con el apoyo de los departamentos y la UNGRD.

Las entidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia son las siguientes nueve organizaciones; las recomendaciones para cada entidad son las siguientes.

(1) Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

UNGRD es la entidad administrativa del gobierno central que representa a Colombia en la gestión del riesgo de desastres. En cuanto a la gestión del riesgo de inundaciones, se considera que es una entidad capaz de estudiar medidas que tienen en cuenta el balance en todas las cuencas hidrográficas nacionales, teniendo en cuenta la importancia de cada región. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe “apoyar a los municipios en colaboración con el departamento en la comprensión de la situación de daños, etc. en grandes inundaciones, liderar la evaluación integral de la tarea en ríos grandes, y apoyar el proceso en subzonas hidrográficas, liderar los estudios sobre medidas en los ríos grandes y apoyar el dragado de sedimentos, etc. en subzonas hidrográficas.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, debe formular IFMP-RP en una etapa temprana en cooperación con MADS, IDEAM y CARMAC a través de una evaluación integral de los problemas de los ríos grandes y el estudio de medidas. Idealmente, la entidad debe liderar la respuesta a las inundaciones en cooperación con entidades relacionadas desde un punto de vista integral en grandes inundaciones.

(2) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

MADS es una entidad administrativa del gobierno central, que es capaz de llevar a cabo una administración de área amplia más allá de los límites de las divisiones administrativas. También es una entidad relacionada con el uso de suelo, que es un elemento importante del control de inundaciones en las cuencas hidrográficas. Además, es la entidad más apropiada para liderar el manejo de las cuencas hidrográficas, incluida la gestión de las llanuras inundables, la conservación de la función de retención de agua de la cuenca hidrográfica, y las medidas contra desastres relacionadas con los sedimentos, etc. Actualmente es la institución la responsable de desarrollar la estrategia ambiental de la cuenca. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe “evaluar de manera integral los problemas de gestión de riesgos de inundaciones y apoyar en el estudio de medidas para los ríos grandes, y liderar el estudio de medidas en subzonas hidrográficas. Asimismo, debe administrar las llanuras inundables como una medida no estructural sin importar si es en los ríos grandes o subzonas hidrográficas.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, idealmente debe participar activamente en la formulación IFMP-RP e IFMP-SZ. Es conveniente que la entidad aproveche el hecho de que es una entidad capaz de estudiar toda la cuenca hidrográfica desde una perspectiva ambiental, especialmente en lo relativo a la retención de agua en la cuenca y el control de la escorrentía de sedimentos.

### (3) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

IDEAM es la entidad administrativa de gobierno central que maneja la información hidrológica y meteorológica en Colombia, y ya implementó el mapa DRR y el sistema de pronóstico y alerta de inundaciones. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe “liderar la identificación de las causas de las inundaciones y el estudio de las medidas como la definición del caudal planificado en los ríos grandes, liderar la elaboración del mapa DRR y el mejoramiento del pronóstico y de la alerta de inundaciones. Asimismo, debe proporcionar información hidrológica y meteorológica en cada etapa del reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas y la implementación de las medidas.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, idealmente debe contribuir a la gestión del riesgo de inundaciones utilizando de manera efectiva la tecnología de análisis de la información que posee la entidad. Es necesario considerar la elaboración del mapa DRR y el mejoramiento del sistema de pronóstico y alerta de inundaciones en la aplicación a los ríos grandes.

### (4) Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca (CARMAC)

CARMAC es un consejo ambiental regional de la macrocuenca, compuesto por MADS, ministerios relacionados, CAR y el departamento. En este comité, actualmente se estudia el plan etc. para la cuenca hidrográfica del Río Magdalena. Dada esta situación actual, En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, el comité debe “estudiar la gestión del riesgo de inundaciones, aprovechando el marco existente que incluye entidades relacionadas con la planificación de grandes ríos. Con respecto a la gestión del riesgo de inundaciones de los ríos grandes, debe realizar una evaluación integral de los problemas y apoyar en el estudio de las medidas.” En la cuenca del Río Magdalena, este comité ya se encuentra funcionando, por lo que debe ser aprovechado para formular IFMP-RP en el futuro. Son escasas las oportunidades en que las entidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones se reúnen en un solo lugar, y es ideal que los comités equivalentes al CARMAC cumplan con esta función en otros ríos grandes que no sean el Río Magdalena.

### (5) CORMAGDALENA

CORMAGDALENA es la entidad actualmente responsable de la formulación del plan de manejo de cuenca, y su función principal es la navegación etc. Sin embargo, la entidad tiene una trayectoria comprobada de instalación de estructuras fluviales en el Río Magdalena, de conformidad con las disposiciones de la Constitución. Por lo tanto, se considera que la entidad posee la capacidad de liderar la iniciativa del ordenamiento del río para contrarrestar las inundaciones. Dado que actualmente no existe una disposición legal para instituir activamente el control de inundaciones por parte de la entidad, En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe apoyar a las entidades responsables principales en cada etapa, del reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas e implementación de las medidas en el Río Magdalena. En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, es ideal que

la entidad considere la posibilidad de enmiendas legales que fortalecerían su autoridad, participe activamente en cada etapa de reconocimiento de problemas, estudio de las medidas e implementación de las medidas.

#### (6) Departamentos

Los departamentos, junto con los municipios, se consideran entidades que llevan a cabo la gestión del riesgo de inundaciones, estando en contacto con los residentes del área de ocurrencia de daños por inundación y lugar de implementación de las medidas de control de inundaciones. En el departamento de Cundinamarca, existe una entidad pública (ICCU) que administra el equipo e implementa las obras locales de restauración inmediatamente después de la inundación. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe “apoyar en la situación de daños en inundaciones medianas y la evaluación integral de tareas, apoyar el estudio, diseño, construcción e implementación de las medidas estructurales en los ríos grandes, y liderar su administración y mantenimiento y el monitoreo. Asimismo, la entidad debe liderar la implementación de medidas estructurales y no estructurales en subzonas hidrográficas.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, es esencial que la entidad fortalezca la colaboración entre los municipios y CAR a fin de facilitar la respuesta inmediatamente después de un desastre y la implementación de medidas estructurales. Idealmente, la entidad debe liderar la implementación de medidas estructurales y no estructurales junto con CAR, especialmente en subzonas hidrográficas.

#### (7) Corporación Autónoma Regional (CAR)

CAR es quien formula POMCA, que es el plan superior de IFMP-SZ, y actualmente implementando proyectos del río por iniciativa propia. Por esta razón, se considera que es una entidad apropiada para liderar la gestión del riesgo de inundaciones, especialmente en subzonas hidrográficas. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del riesgo de inundaciones, la entidad debe “apoyar el estudio de la causa de las inundaciones, la evaluación integral de tareas, y la regulación del uso de suelo en las llanuras inundables en los ríos grandes. En subzonas hidrográficas, debe liderar el reconocimiento de problemas, el estudio de las medidas, la implementación de las medidas en cada etapa del proceso.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, idealmente la entidad debe liderar la formulación de IFMP-SZ en subzonas hidrográficas y la implementación de la gestión de riesgos de inundación basada en ello, aprovechando las experiencias pasadas de formular POMCAs e implementar las obras del río.

#### (8) Municipios

Los municipios son responsables de comprender la situación del daño en el momento de la ocurrencia de la inundación y las respuestas inmediatamente después del desastre según a las disposiciones de la ley. Debido a que es la organización más familiarizada con el área de generación de inundaciones, se espera que sea la primera línea de una actividad en la respuesta a las personas afectadas. En los talleres de este proyecto, se acordó que en lo relativo a la gestión del

riesgo de inundaciones, la entidad debe “liderar la evaluación de la situación de daños, liderar la administración y el mantenimiento de las medidas estructurales, y apoyar en el reconocimiento de tareas y la implementación las medidas estructurales en los ríos grandes. Asimismo, la entidad debe liderar el estudio de las medidas y la administración y el mantenimiento de las estructuras, y la implementación de medidas no estructurales y apoyar la implementación de medidas estructurales en subzonas hidrográficas.” En adelante, en adición a estas responsabilidades como mínimo, es ideal crear conciencia sobre la gestión del riesgo de inundaciones, desarrollando los recursos humanos y fortaleciendo los sistemas de respuesta a las inundaciones con el apoyo de los departamentos y la UNGRD, en vista de la falta de recursos humanos y capacidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones en la situación actual.

Apéndice-6 IFMP-RP del Río Magdalena (plan provisional)

Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Departamento de Cundinamarca

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

# **Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo del Riesgo de Inundaciones en la República de Colombia**

## **IFMP-RP del Río Magdalena**

**Mayo 2017**



# ÍNDICE

## Lista de Figuras y Tablas

	Página
<b>1. El propósito de la elaboración de del IFMP-RP del Río Magdalena y su contenido .....</b>	<b>1</b>
1.1 El propósito de la elaboración del IFMP-RP y su metodología .....	1
1.2 Perfil del Río Magdalena (tomado del Plan Maestro para el Río Magdalena).....	1
1.3 Sobre este proyecto .....	2
<b>2. Daños de inundación.....</b>	<b>7</b>
2.1 Causas de inundación (Plan Maestro).....	7
2.2 Daños de inundación 2010-2011 (Resultado de este Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo del Riesgo de Inundaciones ).....	8
<b>3. Comprensión de la situación real de la inundación.....</b>	<b>11</b>
3.1 Confirmación de la situación real de las inundaciones y los daños en 2010-2011 (Resultado de este proyecto: talleres).....	11
3.2 Daños característicos (Resultado de este proyecto) .....	14
<b>4. Características del río objetivo .....</b>	<b>16</b>
4.1 Análisis del fenómeno de inundación (Resultado de este proyecto) .....	16
4.2 El uso y la administración del Río Magdalena (Resultado de este proyecto).....	40
<b>5. Estudio de medidas para la reducción de daños de inundación .....</b>	<b>46</b>
5.1 Medidas indicadas en el Plan Maestro (Plan Maestro) .....	46
5.2 Medidas de conservación de humedales y ciénagas (Resultado de este proyecto)....	49

## Lista de Figuras

		Página
Figura 1.3.1	Variación 1.3.1 "Toc518613086" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto).....	4
Figura 1.3.2	Ronda Hídrica.....	5
Figura 1.3.3	Gestión 1.3.3 "Toc518613088" medales y ciénagas.....	5
Figura 1.3.4	Diagrama de flujo del Estudio.....	6
Figura 2.1.1	Ubicación 2.1.1 "Toc518613090" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto).....	8
Figura 3.1.1	Taller de Mayo 2016 (Izquierda) Área de inundación y daños por inundación en 2010-2011 (Derecha).....	11
Figura 4.1.1	Área 4.1.1 "Toc518613092" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto).....	17
Figura 4.1.2	Esquema del R "Toc518613093" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto) para el dl R "Toc518613093" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto).....	21
Figura 4.1.3	Puntos de observación con los máximos niveles de agua en Abril de 2011.....	22
Figura 4.1.4	Secciones transversales obtenidas por levantamiento topográfico y la cota máxima de inundación en 2011 (línea roja).....	23
Figura 4.1.5	Ejemplo de la combinación de datos de llanuras inundables obtenidos de imágenes satelitales y datos del cauce.....	24
Figura 4.1.6	Comparación 4.1.6 "Toc518613097" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto) de imágenes satelitales y datos del cauce (línea roja) MADS.....	24
Figura 4.1.7	Sección transversal en AFOROS y el rango de aplicación de la curva H-Q.....	25
Figura 4.1.8	Curva H-Q existente.....	26
Figura 4.1.9	Nivel del Agua en el Punto de Inicio.....	27
Figura 4.1.10	Flujo simulado en el R13101 "Inicio" de aplicación de la curva H-Q i.....	28
Figura 4.1.11	Resultado de la simulación 4.1.11 "Inicio" de aplicación de la curva H-Q imágenes satelitales y datos del cauce (línea roja) abril de 2011.....	29
Figura 4.1.12	Rango de la inundación 4.1.12 "Inicio" de aplicación de la curva H-Q.....	30
Figura 4.1.13	Confluencia del R518613104 "Inicio" de aplicación de la curva H-Q imágenes satelitales y datos del cauce (línea roja).....	31
Figura 4.1.14	Comparación de la capacidad de flujo del canal principal y los caudales durante la inundación 2011 (23 abril).....	39
Figura 4.2.1	Plan de dragado para la navegabilidad del río Magdalena.....	42
Figura 4.2.2	Mapa conceptual de los diques horizontales.....	43
Figura 4.2.3	Ubicaciones geográficas de los sitios de presas de las opciones del Plan en Serie.....	44
Figura 4.2.4	Sección 4.2.4 "Toc518613109" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto) del Plan en Serie i.....	45
Figura 5.2.1	Ronda Hídrica.....	49
Figura 5.2.2	Ronda H5.2.2 "Toc518613111" medales y ciénagas (Resultado de este proyecto).....	53

Figura 5.2.3	Un ejemplo de la delimitaci"os sitios de presas de las opciones del Plan .....	53
Figura 5.2.4	Áigura 5.2.4 "_Toc5186Inundación en el sistema de seguros de Estados Unidos (Izquierda), Se permiten construcciones pequeñas en el sistema de seguros (Derecha).....	54

### Lista de Tablas

		Página
Tabla 1.3.1	Estadísticas de los valores característicos de la Inundación medidos en estaciones de control para diferentes secciones .....	4
Tabla 2.2.1	Daños de Inundación en 2010-2011 .....	9
Tabla 2.2.2	Daños en cada sector industrial .....	10
Tabla 3.1.1	Daños por inundación en el Río Magdalena mencionados en el taller (por ciudad/ municipio).....	12
Tabla 4.1.1	Análisis detallado de los datos .....	33
Tabla 5.1.1	Áreas sugeridas para la construcción de los diques <b>【P/M】</b> .....	47

## **1. El propósito de la elaboración del IFMP-RP del Río Magdalena y su contenido**

### **1.1 El propósito de la elaboración del IFMP-RP y su metodología**

En este proyecto, se formulará el IFMP-RP del Río Magdalena con el fin de aclarar la ubicación del Río Negro dentro de la cuenta entera del Río Magdalena, que es el río principal y las condiciones del punto de confluencia de ambos ríos, como parte de la formulación del IFMP-SZ del Río Negro.

CORMAGDALENA ha elaborado varios Planes, el primero en 2002 POMIN (Plan de Ordenamiento y Manejo Integrado del Río Magdalena) es un documento de visión; el PMC (Plan de Manejo de la Cuenca Magdalena-Cauca) especifica objetivos de calidad por medio de indicadores, entre los cuales las inundaciones y estabilidad de orillas son algunos relacionados; por último el PMA (Plan Maestro de Aprovechamiento) es un portafolio de usos potenciales en el río que tiene consideraciones ambientales y un capítulo de inundaciones, sin embargo su objetivo no es el de gestión integral de inundaciones. En otras palabras, el enfoque principal en estos planes es la recuperación de la navegabilidad, y otros componentes del plan de un río no son visibles.

Ya que el contenido sobre las inundaciones en el PMA existente puede ser insuficiente, se elaborarán contenidos (materiales) sobre la comprensión y el análisis del fenómeno de inundación como parte de las actividades del proyecto, por ejemplo. Estas adiciones al plan existente se considerarán como resultados del proyecto, o sea el presente IFMP-RP.

### **1.2 Perfil del Río Magdalena (tomado del Plan Maestro para el Río Magdalena)**

Conocido como el río más grande de Colombia, el Río Magdalena tiene una corriente principal de 1.613km, con un desnivel de 3.685m, atraviesa 11 Departamentos de sur a norte y converge en el Mar Caribe al pasar por la ciudad de Barranquilla y la Bahía de Cartagena a través del Canal del Dique. Sus afluentes se extienden a otros 8 Departamentos y a Bogotá D.C.

La Cuenca tiene una superficie de 266.500 km<sup>2</sup>, es decir el 23% del territorio Colombiano y es abundante en recursos hídricos con un escurrimiento medio anual de 234,7 mil millones de m<sup>3</sup>. La Cuenca del Río Magdalena es el área más influyente en temas de política, economía y cultura en Colombia, con una población y PIB que representan alrededor del 77% y 85% respectivamente, del total del país. La gestión para desarrollar un plan de dirección y aprovechamiento de la Cuenca, es de gran importancia estratégica para el desarrollo económico, el progreso social y la protección del ambiente de Colombia.

Basándose en la Constitución, CORMAGDALENA administra el Río Magdalena.

Los enfoques principales de su administración son: recuperación de la navegabilidad, ordenación y conservación del suelo, generación hidroeléctrica y su distribución, y el uso sostenible o protección de ambiente.

Aunque ciertos materiales existen sobre la navegación, el medio ambiente y la generación hidroeléctrica del Río Magdalena, nunca se ha elaborado un plan holístico o sistemático, y el Plan Maestro del Río Magdalena (P/M en adelante) elaborado en diciembre de 2013 es la primera versión de este tipo de plan. Como se mencionó anteriormente el POMIN y PMC también son documentos con enfoque integral sobre el Río Magdalena y ahora además se cuenta con el Plan Estratégico de Macrocuenca liderado por el Ministerio de Ambiente.

### **1.3 Sobre este proyecto**

Después de confirmar el contenido del P/M, encuestas y observación de ciertos puntos del río (aunque bien limitados), se aclararon los siguientes puntos sobre inundación del Río Magdalena y las medidas al respecto.

- 1) El mecanismo de inundación del Río Magdalena es sumamente diferente a los que existen en Japón.
- 2) No existe el concepto de formular un plan de río utilizando el caudal básico de inundación y caudal planificado de inundación estimado.
- 3) CORMAGDALENA, una entidad constituida bajo la Constitución, ha elaborado el Plan Maestro del Río Magdalena sin realizar suficientes estudios sobre las medidas contra inundación. La elaboración del Plan Maestro de Aprovechamiento se realizó a partir de la información oficial disponible y el análisis del grupo de expertos internacionales y nacionales sobre las medidas de protección requeridas para proteger los principales municipios ribereños. Se ha identificado que en Colombia aún existen vacíos de información, que deben ser llenados para una correcta gestión de las inundaciones.

Teniendo en cuenta lo arriba descrito, en este proyecto el estudio se avanzó con la idea de “elaborar los contenidos faltantes, respetando los conceptos de reducción de daños de inundación actualmente estudiados en Colombia” tras conocer la situación real del Río Magdalena. En cuanto a los contenidos faltantes, se realizó un estudio siguiendo los pasos para la elaboración del plan de río en Japón.

- (1) Organización del contenido relacionado con la inundación en el Plan Maestro

Se organizó el contenido relacionado con la inundación en P/M.

La estructura del Plan Maestro del Río Magdalena (diciembre 2013)

1. Resumen de la cuenca
2. Situación actual de la administración, el desarrollo y la conservación de la cuenca y desafíos principales
3. Puntos importantes sobre la administración, desarrollo económico y social y conservación de la cuenca
4. Resumen del proyecto
5. Plan de navegación
6. Plan de generación hidroeléctrica
7. Plan de protección ambiental
8. Otros planes
9. Plan del manejo integral de la cuenca
10. Evaluación de impacto ambiental (EIA)
11. Observación y análisis del resultado para la ejecución
12. Propuesta hacia el futuro

En la situación actual de uso y administración del Río Magdalena, CORMAGDALENA tiene enfoques en navegación, generación hidroeléctrica, y protección ambiental, y varias páginas del P/M son dedicadas a estos contenidos.

En cuanto a las medidas contra la inundación, se trata como una parte de otros planes. No se menciona el caudal básico de inundación, ni el caudal planificado de inundación, aunque sí existen contenidos sobre caudal pico y caudal total anual en los tramos alto, medio y bajo del río.

No existe el proceso de calcular el caudal básico de inundación y el caudal planificado de inundación a través del análisis de escorrentía. Para llevar a cabo estos cálculos, se requiere el modelo topográfico digital, pero no está disponible debido a costos altos de procesamiento.

✘Contenido sobre escorrentía de inundación en 2010-2011 (P/M)

En los últimos años, la cuenca del Río Magdalena ha sufrido daños de inundación de manera frecuente, y la situación más grave se presentó en los años 2010 y 2011.

Según las estadísticas, debido a las inundaciones en estos dos años, aproximadamente 3.000.000 de personas quedaron sin casa, 570.000 casas fueron destruidas, 813 escuelas y 15 centros de salud fueron afectados, y la pérdida económica superó los \$8.600.000.000 USD.

Las inundaciones en la cuenca del Río Magdalena son causadas por las tormentas. El caudal máximo anual promedio y las inundaciones periódicas, aumentan de manera gradual especialmente en el tramo medio donde el aumento es relativamente grande.

En la cuenca del Río Magdalena, existen dos épocas de lluvia al año, y dos períodos correspondientes de inundación (abril-junio, octubre-diciembre). Entre abril y junio,

ocurren bastantes inundaciones en el tramo alto y el tramo medio, y entre octubre y diciembre ocurren más inundaciones en el tramo bajo. El Caudal pico y el caudal máximo anual promedio en los tramos alto, medio y bajo se presentan como en la Tabla abajo.

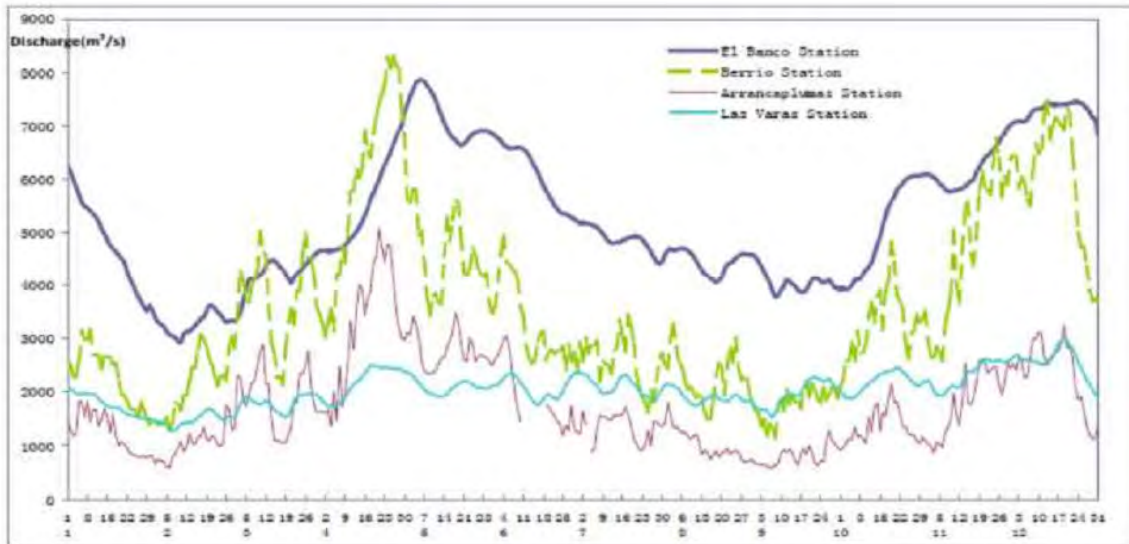


Figura 1.3.1 Variación de la descarga en un año

Tabla 1.3.1 Estadísticas de los valores característicos de la Inundación medidos en estaciones de control para diferentes secciones

Tramos	Área de cuenca de la estación controladora		Caudal de pico de inundación anual promedio año a año		Volumen de inundación máximo promedio mensual año a año	
	km <sup>2</sup>	%	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Porcentaje (%)	Volumen de inundación (mil millones m <sup>3</sup> )	Porcentaje (%)
Tramos altos	54,359	21,1	3,579	30,4	4,45	16,5
Tramos medios	139,657	54,2	6,340	53,8	14,95	55,4
Tramos bajos	257,438	100	11,780	100	27,0	100
Río Cauca	59,013	22,9	4,076	34,6	8,49	31,4

(2) El concepto del administrador de río en Colombia

El siguiente texto, hace parte de la presentación elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. Se muestra el concepto de Ronda Hídrica.

Decreto 2811 de 1974 Artículo 83 D:

Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.

La Ronda Hídrica se definió de esta manera, y se entiende como una zona que consta del “ancho normal del río + 30m”, en la cual se regulan actividades como desarrollo urbano y construcción, entre otras. Este concepto es la base de la administración del río relacionada con inundaciones.

El Equipo de Expertos del proyecto considera que los siguientes factores influyeron en la creación del concepto de la Ronda Hídrica.

- No existen diques alrededor de los ríos.
- Cuando se genera una inundación, se expande el río de manera horizontal.  
... Los ríos colombianos se administran de manera horizontal, mientras que los ríos japoneses se administran de manera vertical debido a la existencia de los diques.
- El objetivo de la conservación de zonas aledañas al río es la conservación del medio ambiente de la ribera. (Prevención de inundación no es el objetivo principal)



Figura 1.3.2 Ronda Hídrica

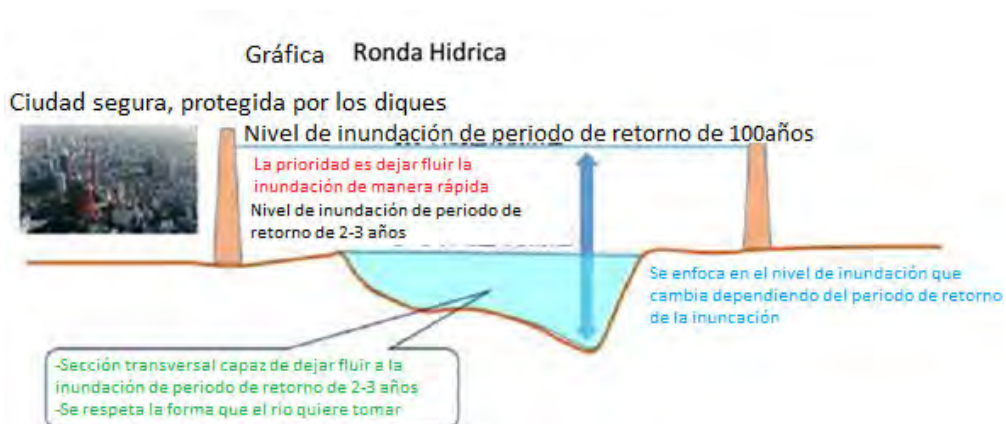


Figura 1.3.3 Gestión de Ríos en Japón (área del río)



Cabe mencionar que en los casos de inundación como los ocurridos en 2011, donde el ancho normal del río (el cauce permanente: 2-3km) se aumenta hasta 20-30km de ancho de inundación, el reglamento que define la ronda como “30m desde el borde de la inundación” no es para nada efectivo.

Actualmente, en el Ministerio de Ambiente se está realizando la revisión del reglamento de la ronda para incluir el punto de vista de control de inundación (este punto se elaborará más adelante). Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, en el año 2011 el concepto de Ronda fue ampliado a “Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho para proteger y conservar el área” (Artículo 206 Ley 1450, 2011) Actualmente, MADS está trabajando para en la adopción de algunos criterios técnico tales como la morfodinámica, los niveles de inundación más frecuentes y la vegetación ribereña.

### (3) Cronograma del estudio en este proyecto

Al elaborar el IFMP-RP del Río Magdalena como resultado de este proyecto, se determinó que será difícil aplicar la metodología japonesa sin adaptarla por las razones arriba descritas, y se decidió realizar el estudio según el siguiente organigrama.

- Comprensión de los daños y características de inundación en el Río Magdalena
- Comprensión de las características del río objetivo (Análisis del fenómeno de inundación, comprensión de la situación real del uso)
- Estudio de medidas de reducción de daños de inundación en el Río Magdalena
- Nivel del agua del punto de confluencia

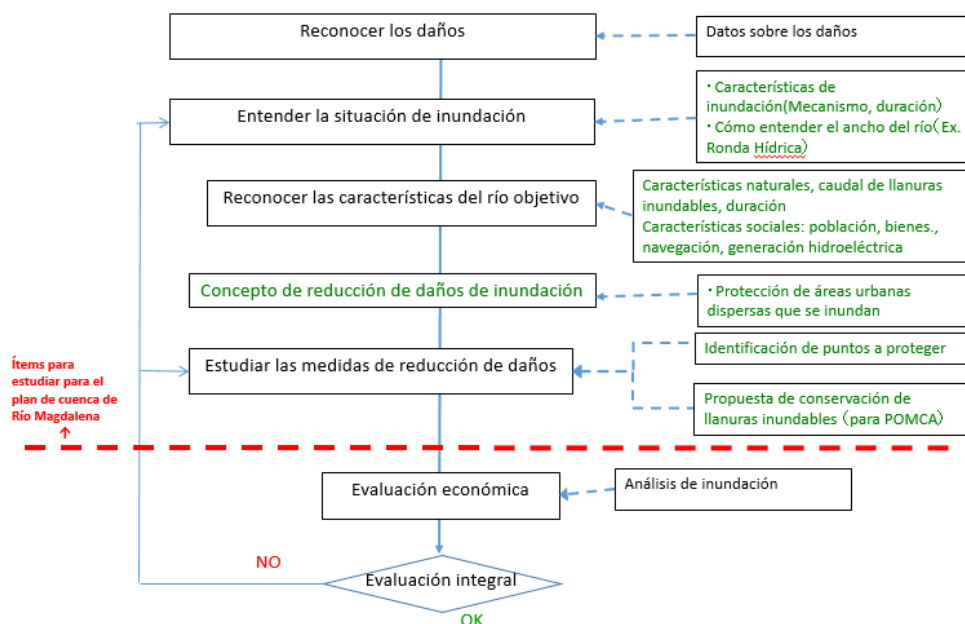


Figura 1.3.4 Diagrama de flujo del Estudio

## **2. Daños de inundación**

### **2.1 Causas de inundación (Plan Maestro)**

Por el efecto del fenómeno de La Niña, la cuenca del Río Magdalena ha sido afectada por lluvias intensas de manera continua en los últimos años. Según las estadísticas, 28 de los 32 departamentos en todo el país fueron afectados por las inundaciones de septiembre de 2010. En 2011, Colombia experimentó la temporada de lluvias más larga desde 1974.

#### **(1) Causas de inundación en las cuencas media y baja**

Las causas más directas de inundación en cuencas media y baja son el clima extraordinario causado por el fenómeno de La Niña y la condición natural creada por la confluencia de 4 afluentes principales que son los ríos Sogamoso, Cesar, Cauca y San Jorge. El área de cuenca de cada uno de los 4 afluentes supera los 10.000km<sup>2</sup>, y la causa de inundaciones graves es el hecho de que existen los puntos de confluencia de los 4 afluentes en el tramo entre Barrancabermeja y El Banco, de tan sólo 260km.

Desde el punto de vista topográfico, el canal principal se ensancha bastante hacia aguas abajo de Puerto Salgar. Los terrenos aledaños a los diques naturales son extremadamente planos desde antes de Barrancabermeja. (aguas abajo) de El Banco se encuentra la llanura aluvial de la región del Caribe con topografía relativamente suave, que es bueno para el drenaje de inundaciones. El sistema de control de inundaciones existentes en la cuenca del Río Magdalena es deficiente e incapaz de almacenar y descargar las inundaciones. Además, la capacidad de almacenamiento de inundaciones y la detención en la cuenca también se ha visto debilitada por la invasión de los lagos, humedales y humedales debido a la actividad humana.

En la cuenca media y baja del Río Magdalena son áreas claves para el control de inundaciones. Hay 24 ciudades y pueblos a lo largo del tramo medio con una población de 830.000 personas y un área de tierras de cultivo de 1.364 km<sup>2</sup>, que representan el 13,7 % y el 20,2 % de la población total y el total de tierras agrícolas bajo el Plan, respectivamente. Existe una red fluvial densa debajo (aguas abajo) de Barrancabermeja en el tramo medio, la mayor parte de la zona pertenece a llanuras de inundación sin Infraestructura de control de inundaciones.

Por otro lado, existen 57 ciudades y municipios en la cuenca baja, con la población de 3.920.000 personas y área cultivada de 2.033 km<sup>2</sup>, los cuales son equivalentes de 64,6% de la población total y 30,1% de la área total cultivada respectivamente.

Existen ríos trenzados aguas abajo de Barrancabermeja; sin embargo, la mayoría de estas áreas carecen de medidas locales como diques y son afectadas por las inundaciones.

Según el análisis de los datos pasados, el nivel de inundación oscila de manera gradual junto con el nivel del banco en los tramos medio y bajo donde son afectados

por inundación. No se ha generado una inundación catastrófica en las partes con diques bajas instaladas (en general menos de 2m). Por ejemplo, en la inundación de 2011, las mayores causas de muerte fueron las avalanchas y deslizamientos y otros desastres secundarios.

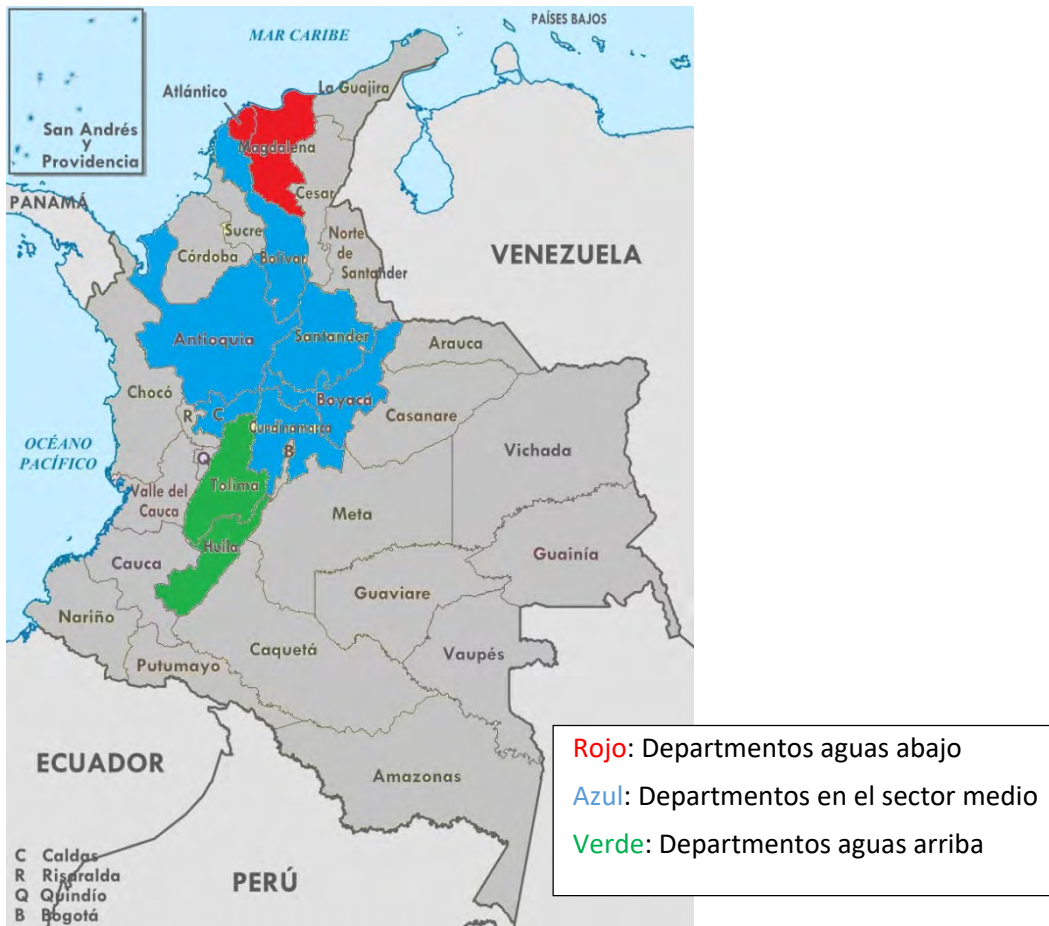


Figura 2.1.1 Ubicación de los departamentos aguas arriba, en el sector medio y aguas abajo

## 2.2 Daños de inundación 2010-2011 (Resultado de este Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo del Riesgo de Inundaciones )

Como no existen datos relacionados con los daños de inundación entre los años 2010-2011 en P/M, se organizaron las situaciones de daños de inundación según los materiales existentes elaborados por Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Basados en estos resultados en la tabla abajo, se puede observar que los mayores daños ocurrieron en los departamentos de tramo medio.

- El número de personas afectadas según el departamento, es de 155.044 en departamentos ubicados en el tramo alto, 1.534.346 personas en departamentos en el tramo medio y 538.642 personas en el tramo bajo.
- El número de hogares afectados fue de 42.884 en departamentos en tramo alto, 269.048 en tramo medio, y 142.857 en tramo bajo.
- El número de casas afectadas fue de 21.781 en departamentos en tramo alto, 178.134 en tramo medio, y 101.318 en tramo bajo.

Tabla 2.2.1 Daños de Inundación en 2010-2011

Registro de daño por departamento							
	Departamento	Número de personas afectadas		Número de hogares afectados		Número de casas afectadas	
		#	%	#	%	#	%
Tramo alto	Huila	33,475	6.2%	8,487	1.9%	5,142	1.7%
	Tolima	121,569	22.6%	34,397	7.6%	16,639	5.5%
Sub total		155,044	7.0%	42,884	9.4%	21,781	7.2%
Tramo medio	Antioquia	176,874	7.9%	45,657	10.0%	29,168	9.7%
	Bolivar	405,604	18.2%	112,119	24.6%	80,170	26.6%
	Boyacá	66,697	3.0%	19,307	4.2%	12,456	4.1%
	Caldas	40,247	1.8%	11,377	2.5%	7,136	2.4%
	Cesar	689,422	30.9%	37,239	8.2%	23,508	7.8%
	Cundinamarca	57,649	2.6%	16,281	3.6%	10,781	3.6%
Santander	97,853	4.4%	27,428	6.0%	14,915	5.0%	
Sub total		1,534,346	68.9%	269,408	59.2%	178,134	59.1%
Tramo bajo	Atlántico	188,599	8.5%	49,085	10.8%	41,998	13.9%
	Magdalena	350,043	15.7%	93,772	20.6%	59,389	19.7%
Sub total	Total	538,642	24.2%	142,857	31.4%	101,387	33.6%
Total	Total	2,228,032	100.0%	455,149	100.0%	301,302	100.0%

### Daños según sector económico

- Los daños en agricultura los departamentos del cuenca alto fueron de 50.117.000.000 pesos, el tramo medio fueron 23.007.000.000 pesos y en tramo bajo fueron 46.498.000.000 pesos.
- Los daños en infraestructura los departamentos en tramo alto fueron de 20.809.000.000 pesos, en tramo medio fueron 7.346.000.000 pesos y en tramo bajo fueron 4.878.000.000 pesos.
- Los daños sociales los departamentos al tramo alto fueron de 70.926.000.000 pesos, en tramo medio fueron 483.735.000.000 pesos y en tramo bajo fueron 81.232.000.000 pesos.

Tabla 2.2.2 Daños en cada sector industrial

Daño por departamento (millón de pesos)							
	Departamento	Agricultura	Infraestructura	Minería, turismo	Social	Total	Porcentaje (%)
Tramo alto	Huila	24,984	6,487			31,471	1.5
	Tolima	25,133	14,322			39,455	1.9
Sub total	Sub total	50,117	20,809			70,926	3.4
Tramo medio	Antioquia	46,969	40,579		549	88,097	4.2
	Bolivar	59,033	9,651		2,404	71,088	3.4
	Boyacá	37,393	11,479			48,872	2.4
	Caldas	10,176	18,932			29,108	1.4
	Cesar	17,903	11,810	1,469	119	31,301	1.5
	Cundinamarca	46,433	63,754	2,939	12	113,138	5.5
	Santander	57,844	41,235	2,938	114	102,131	4.9
Sub total	Sub total	275,751	197,440	7,346	3,198	483,735	23.3
Tramo bajo	Atlántico	5,957	31,174	882	4,241	42,254	2.0
	Magdalena	17,050	15,324	3,996	2,608	38,978	1.9
Sub total	Sub total	23,007	46,498	4,878	6,849	81,232	3.9
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>348,875</b>	<b>264,747</b>	<b>12,224</b>	<b>10,047</b>	<b>635,893</b>	<b>31</b>

Fuente: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/47330/olainvernalcolombia2010-2011.pdf>



### 3. Comprensión de la situación real de la inundación

#### 3.1 Confirmación de la situación real de las inundaciones y los daños en 2010-2011 (Resultado de este proyecto: talleres)

Ya que no hay suficientes menciones sobre los daños concretos de inundación en P/M, se procuró comprender la situación real a través de los talleres.

En cuanto a los daños de inundación en 2010 y 2011, el IDEAM ha elaborado un mapa de inundación (Gráfica:). En este mapa, se muestran:

- Área de inundación normal (morado),
- Área de inundación 2010-2011 (azul).

En este proyecto, el comprender daños de inundación y compartir esta información entre las entidades relevantes se constituye en un paso importante. Se realizó una discusión entre C/P sobre “el tipo de daño de inundación”, “la situación de daños”, “la causa de inundación”, y esta se incluyó en el mapa abajo.

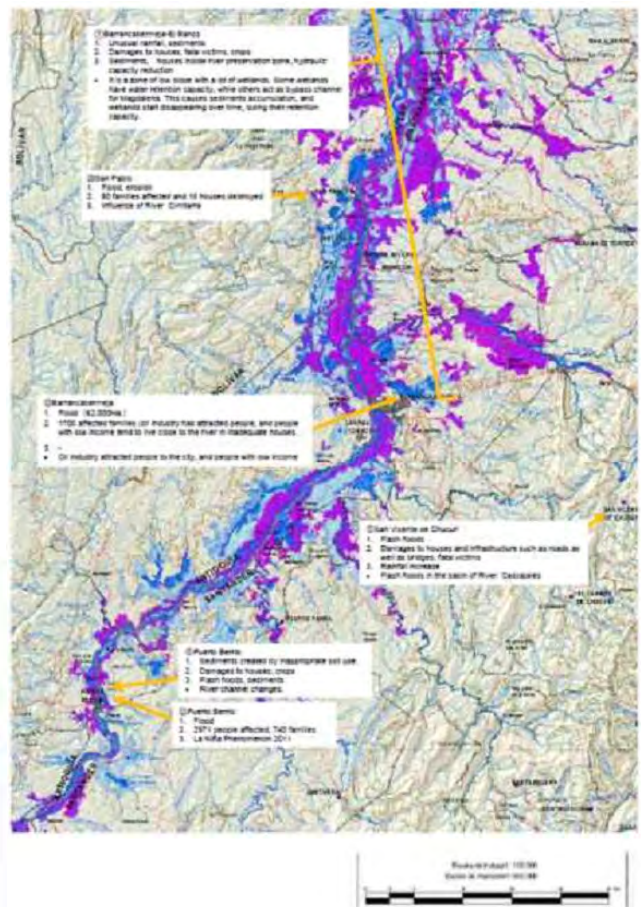


Figura 3.1.1 Taller de Mayo 2016 (Izquierda) Área de inundación y daños por inundación en 2010-2011 (Derecha)

Tabla 3.1.1 Daños por inundación en el Río Magdalena mencionados en el taller  
(por ciudad/ municipio)

- ①Tipo de daño de inundación ②Situación de daño  
③Causa de inundación

Nombre de ciudad/municipio	Daños de inundación
1: Puerto Salgar	① Inundación ② 200 viviendas inundadas en el casco urbano (estructura inadecuada de las viviendas) ③ Incremento de precipitación
2: Puerto Salgar-Puerto Triunfo (parte del valle)	① Inundación ② Daños a los cultivos, ganados, viviendas campesinas, víctimas fatales ③ Aumento de precipitación
3: Puerto Boyacá (casco urbano)	① Inundación ② Afectación a las viviendas, aprox. 2000 damnificados (1000 familias) en 9 barrios (Rivera Río) ③ -
4: Puerto Nare (casco urbano)	① Avenidas torrenciales, inundación ② Daños a las viviendas ③ Aumento de precipitación, sedimento en lecho del río
5: San Vicente de Chucuri	① Avenidas torrenciales ② Daños a las viviendas y vías, víctimas fatales ③ Aumento de precipitación
6: Puerto Berrío	① Sedimentos producidos por mal uso de suelo ② Daños a las viviendas y cultivos ③ Aumento en precipitación
7: Barrancabermeja-El Banco	① Precipitación inusual, sedimentos ② Daños a las viviendas y cultivos, víctimas fatales. ③ Sedimentos, viviendas dentro de la ronda, reducción de capacidad hidráulica Es una zona de poca pendiente y con muchas ciénagas. Algunas ciénagas poseen capacidad de retención de agua. Sin embargo, hay casos en que se han creado canales desde aguas arriba hacia aguas abajo conectando el Río Magdalena con las ciénagas para la irrigación. Esto causa acumulación de sedimentos, y las ciénagas van desapareciendo con tiempo, perdiendo su capacidad de retención.
8: Ricaurte (Cundinamarca)	① Inundación urbana ② Aprox. 20 viviendas ③ Niveles altos aguas arriba. Aparecen las islas fácilmente porque el cauce cambia de curso de manera frecuente. Como es muy plano, un pequeño aumento en el nivel del agua incrementa el área de inundación de manera significativa.
9: Honda	① Inundación urbana ② 20 viviendas ③ Niveles altos aguas arriba. Valorización de los terrenos cerca de la Represa de Betania hizo que los daños fueran de alto valor monetario. El Río Guali es muy inclinado y produce una gran cantidad de sedimentos
10: Puerto Boyacá	① Inundación urbana ② 100 viviendas ③ Niveles altos
11: Puerto Berrío	① Inundación ② 2971 damnificados, 740 familias ③ Fenómeno de La Niña 2011

12: Barrancabermeja	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación (62.000Ha.)</li> <li>② 1700 familias afectadas (La industria petrolera ha atraído a las personas, y las de bajos ingresos, tienden vivir cerca del río en viviendas inadecuadas). Daños a los cultivos de palmas de aceite..</li> <li>③ La industria petrolera atrajo a personas a la ciudad, y las de bajos recursos tienden vivir cerca del río en viviendas inadecuadas.</li> </ul>
13: San Pablo	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación, erosión</li> <li>② 80 familias afectadas y 15 viviendas destruidas</li> <li>③ Influencia del Río Cimitarra</li> </ul>
14: Puerto Mosquito	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación</li> <li>② -</li> <li>③ Deterioro del dique en 2008</li> </ul>
15: Gamarra	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Grandes avenidas en ríos afluentes al Magdalena</li> <li>② 100% casco urbano, área rural parcial</li> <li>③ Existe un dique periférico sin suficiente drenaje. Diques periféricos al casco urbano. Las ciénagas constituyen el canal de bypass del Río Magdalena, pero la construcción de carreteras, corta el flujo de inundación por este canal, y su cambió de dirección afectó a Gamarra.</li> </ul>
16: La Gloria	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Desbordamiento</li> <li>② -</li> <li>③ Desbordamiento de la ciénaga aledaña en el punto de confluencia del Río Magdalena y su brazo</li> </ul>
17: Tamalameque	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Desbordamiento de diques (200h??)</li> <li>② Cultivos de palmas de aceite, muelle de transporte</li> <li>③ Desborde y erosion Construcción de carreteras que dividen el Río Magdalena y una ciénaga que tiene capacidad de retención.</li> </ul>
18: El Banco (Magdalena)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación</li> <li>② 50 Víctimas fatales, 15 desaparecidos, 1800 damnificados</li> <li>③ Desbordamiento de la Ciénaga Zapatosa, fenómeno de La Niña, 2010-2011</li> </ul>
19: Mompox	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación</li> <li>② 30 víctimas fatales, 12 desaparecidos</li> <li>③ Fenómeno de La Niña, 2010-2011 El Río Magdalena pasaba cerca de Mompox anteriormente, pero el cauce ha cambiado. Patrimonio UNESCO</li> </ul>
20: Achí	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación</li> <li>② 3 víctimas fatales, 18 desaparecidos</li> <li>③ Desborde de los Río Cauca y San Jorge, rompimiento de dique</li> </ul>
21: Pinillos	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación</li> <li>② 20 víctimas fatales, 8 desaparecidos</li> <li>③ - Tierra agrícola importante. Existen varios diques. La inundación puede durar 2 años</li> </ul>
22: Magangué	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Inundación por desbordamiento del Río Magdalena</li> <li>② 50 víctimas fatales, 15 desaparecidos</li> <li>③ Fenómeno de La Niña, 2010-2011</li> </ul>
23: El Plato (Nuevo Sitio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Ruptura del dique sobre el Río Magdalena</li> <li>② 15 víctimas fatales, 18 desaparecidos, 20.000 damnificados</li> <li>③ Inundación</li> </ul>

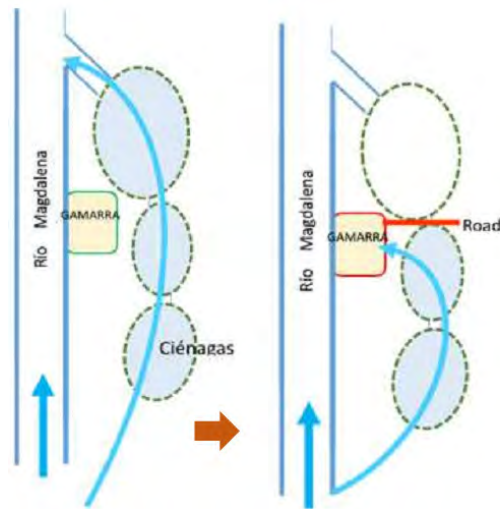


### 3.2 Daños característicos (Resultado de este proyecto)

En el taller, el Sr. Cesar Garay de CIRMAG (CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL RÍO MAGDALENA) nos presentó el patrón característico de inundación en el Río Magdalena. Allí casi no existen diques, y en grandes inundaciones el área de inundación se expande hasta las ciénagas. Como hubo casos en los que se construyeron carreteras en estas ciénagas, se ha modificado el canal de flujo de inundación, causando inundaciones donde antes estas no existían. Adicional a la construcción de carreteras, el nivel de intervención en las ciénagas es grande, ocasionando alteraciones, sedimentación, contaminación desconexión o desecamiento de las mismas, lo cual repercute en su capacidad de amortizar las inundaciones o mayores afectaciones a las poblaciones en sus orillas.

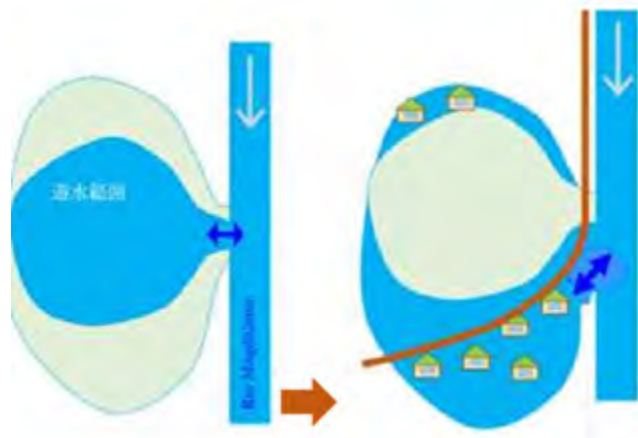
#### Ejemplo 1: Gamarra

- Existían ciénagas paralelas al Río Magdalena
- Durante la inundación, estas ciénagas poseían capacidad de retención la inundación, controlando el aumento del nivel del agua. En otras palabras, estas ciénagas funcionaban como embalses de retención.
- Se construyó una carretera que corta la conexión entre estas ciénagas.
- Como resultado, la inundación que se debió almacenar en la ciénaga se acumuló y comenzó a fluir hacia las zonas urbanas.
- Actualmente se utiliza un dique periférico para prevenir los daños de inundación.



#### Ejemplo 2: El Banco-Tamalameque

- Corte del canal de comunicación por la construcción de carretera
- Cambio del área de inundación
- Entre El Banco-Tamalameque Área de retención (ciénagas) es de 30.000-50.000ha
- A las ciénagas ingresa una gran cantidad de sedimento en suspensión junto con el agua de



inundación. Estas ciénagas no tienen una profundidad marcada. Por lo tanto, las áreas de retención se pueden debilitar por acumulación de sedimentos, perdiendo su capacidad retentiva, y causando el movimiento en el área de retención.

**【Conclusión】**

“Es necesario entender el área de inundación” incluyendo las ciénagas para el estudio del fenómeno de inundación”.

## **4. Características del río objetivo**

### **4.1 Análisis del fenómeno de inundación (Resultado de este proyecto)**

#### (1) Objetivo del cálculo de nivel y área de inundación

Uno de los propósitos de este trabajo es recrear y evaluar el fenómeno de inundación basado en la metodología empleada en Japón. Para realizar esto, en el caso del Río Magdalena, es más realista “considerar toda el área de inundación como parte del río”, como se explicó anteriormente.

Al realizar el análisis hidráulico del área aledaña al río, son necesarios los datos del cauce y la altura de llanuras inundables; sin embargo, en cuanto al Río Magdalena, los levantamientos topográficos y batimétricos se han realizado solamente en tramos limitados.

Cabe mencionar que aunque existen datos topográficos de imagen satelital, es necesario combinar y ajustar los datos de levantamientos topográficos y la altura. Teniendo en cuenta estas condiciones, el técnico de la C/P (IDEAM) elaboró el conjunto de datos del cauce y llanuras inundables según los datos de altura obtenidos por imagen satelital y realizó el cálculo de flujo no uniforme.

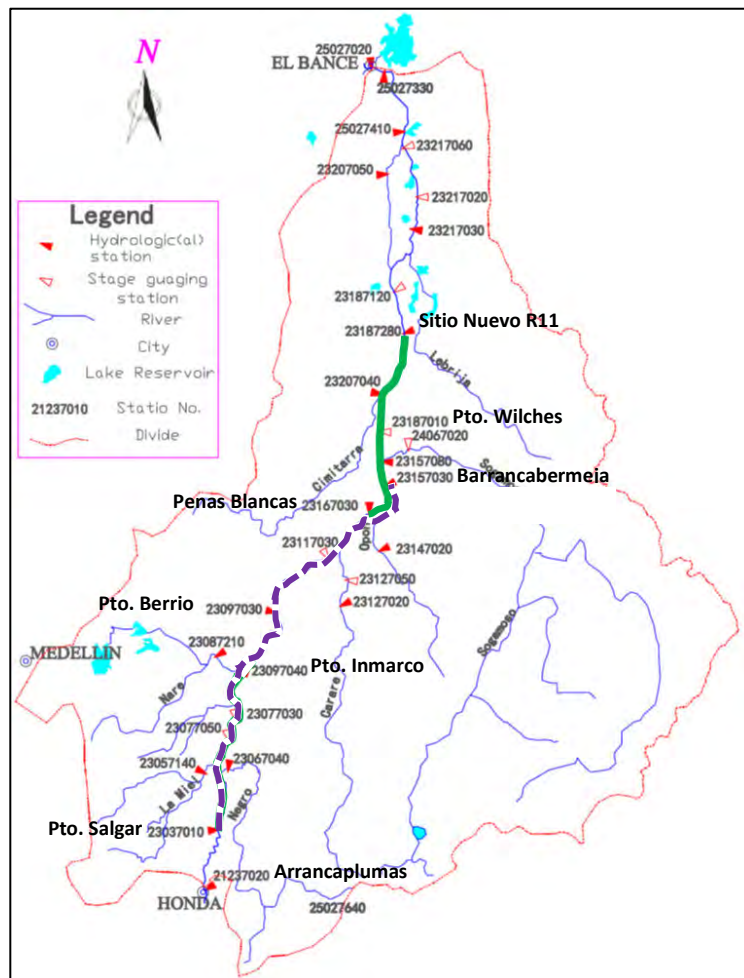


Figura 4.1.1 Área objetivo para el cálculo de flujo no-uniforme

◆ Propósito de estudio y tramos objetivos

- Tramo 1: Peñas Blancas (aguas arriba) ~ Barrancabermeja ~ Pto. Wilches ~ Sitio Nuevo R11 (aguas abajo)
- Tramo 2: Pto. Salgar (aguas arriba) ~ Pto. Inmarco ~ Pto. Berrio ~ Barrancabermeja (aguas abajo)

Nota: el análisis inicia en Puerto Salgar, dado que desde este punto se cuenta con batimetría.

El tramo 1 está ubicado en lo que se definió en este proyecto como Tramo 1, y en la inundación de 2010-2011, la inundación superó el ancho normal del cauce y se expandió en grandes áreas. Si bien el objetivo era “recrear el área de inundación = área que ocupa el Río Magdalena en inundación”, limitantes en el modelo de elevación digital del terreno para reproducir las zonas aledañas al cauce principal, no permitieron realizar una modelación satisfactoria.

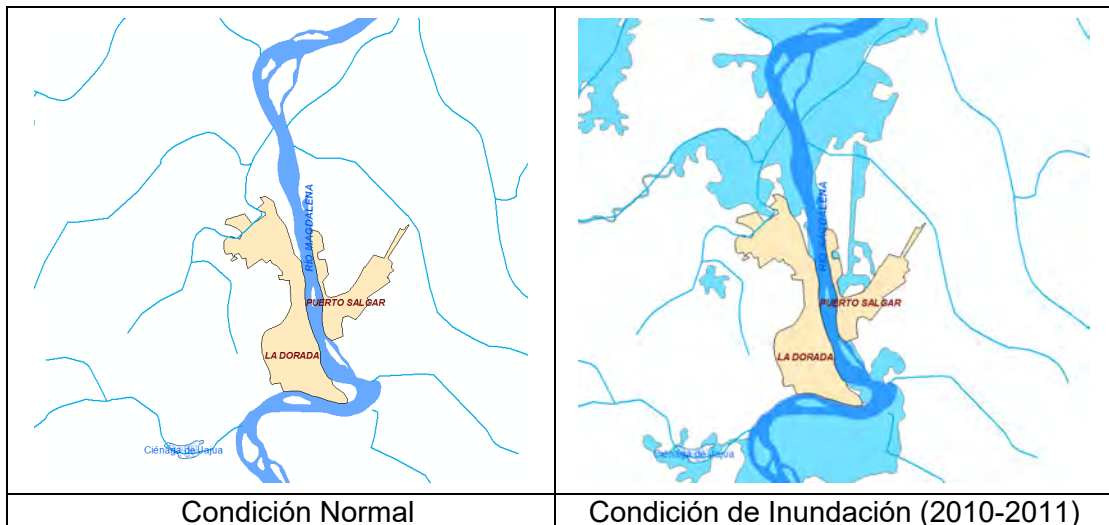
El tramo 2 incluye al Río Negro que es el río piloto de este proyecto. El objetivo será “delimitar la cota de inundación y los caudales de inundación de los tributarios “igual que en la metodología japonesa para elaborar el plan de río.

### “Puntos de Control identificados “

Para el análisis de la inundación resulta conveniente identificar algunos puntos de control que permiten establecer ciertas características del río en sitios determinados, angostamientos de la sección por aspectos topográficos o por asentamientos humanos, los cuales se describen a continuación.

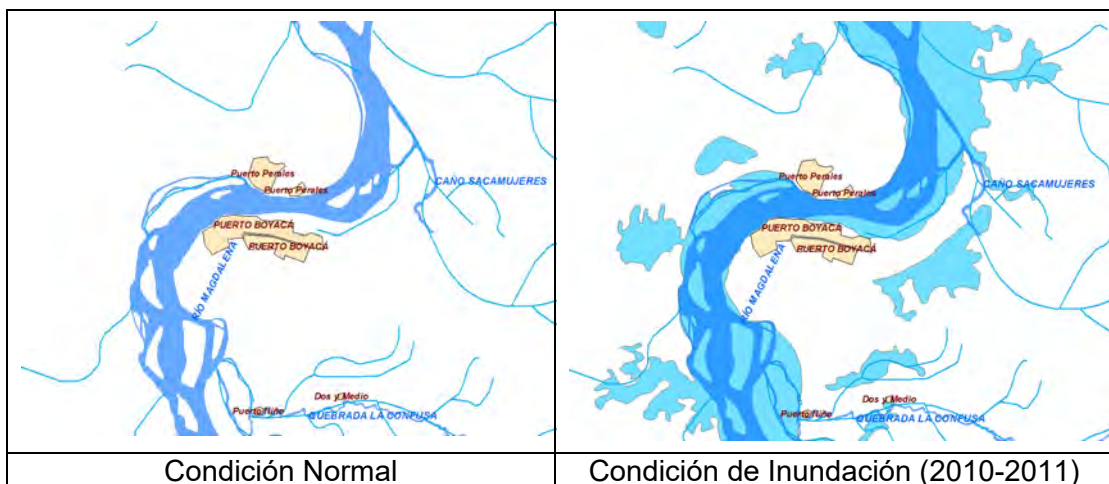
#### Puerto Salgar

La existencia de la estación Salgar permite definir ese punto, como un punto de control dado que para niveles determinados, se puede generar afectaciones sobre zonas urbanas o desborde en sitios hacia aguas arriba.



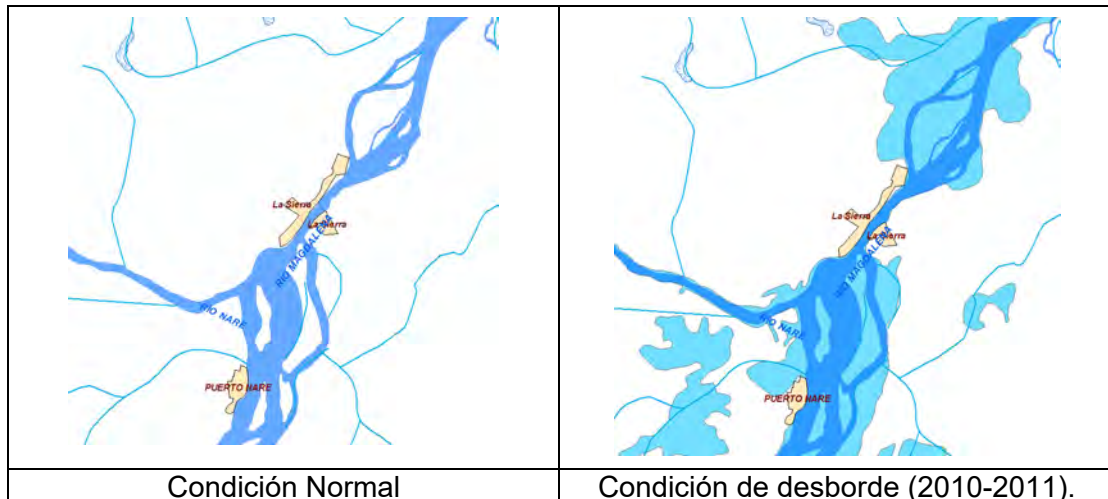
#### Puerto Boyacá – Puerto Perales

La sección entre estas dos poblaciones tiene zonas elevadas que la convierten en una sección de control, para estimar al agua que transporta el río y definir áreas inundables hacia aguas arriba.



## La Sierra

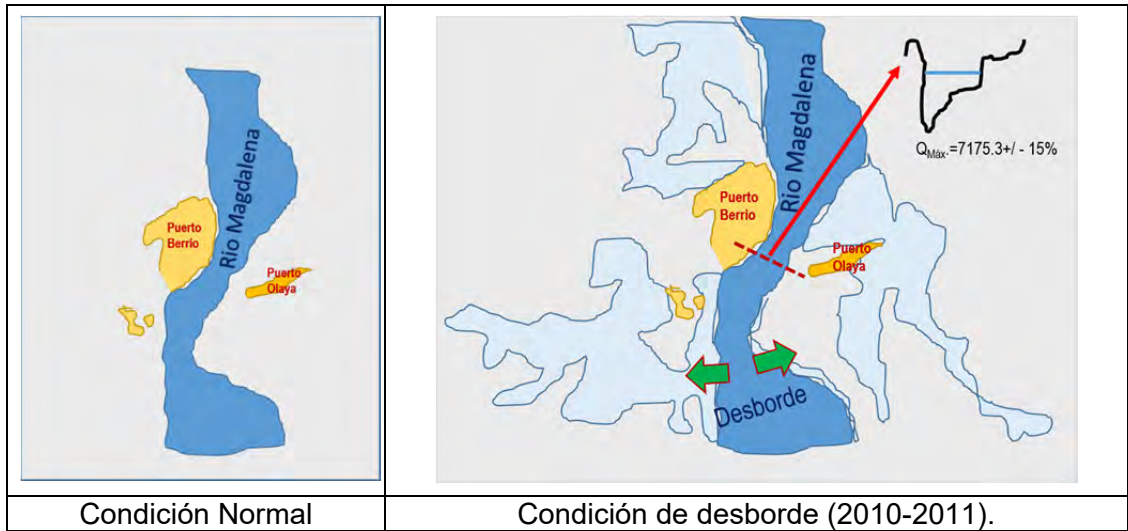
En la Sierra, la sección del Cauce principal se hace angosta, y aunque la estación Puerto Inmarco no tiene una longitud de registro que permita brindar información durante la Niña 2010-2011, es un punto de control interesante por el angostamiento de la sección del cauce.



## Puerto Berrío

Del Análisis de las condiciones de inundación en el tramo se ha podido identificar algunos puntos de control, los cuales funcionan como sección de control ya sea por la configuración de sus bancas (diques perimetrales, zonas altas naturales) o por condiciones geológicas que los hacen secciones estables y angostas.

Entre ellas se encuentra el área colindante del casco urbano de Puerto Berrío. Si bien se presentaron afectaciones en algunas zonas urbanas de este casco urbano y también en Puerto Olaya localizado en la margen derecha del Río en este punto; se propone este sitio como un referente del caudal límite que puede transportar el río en ese tramo y por encima del cual los volúmenes de inundación se desbordarán hacia aguas arriba en zonas o tramos de menor capacidad o con áreas de regulación /almacenamiento naturales disponibles a ambos lados del río.



A continuación se presenta un esquema del tramo a Analizar



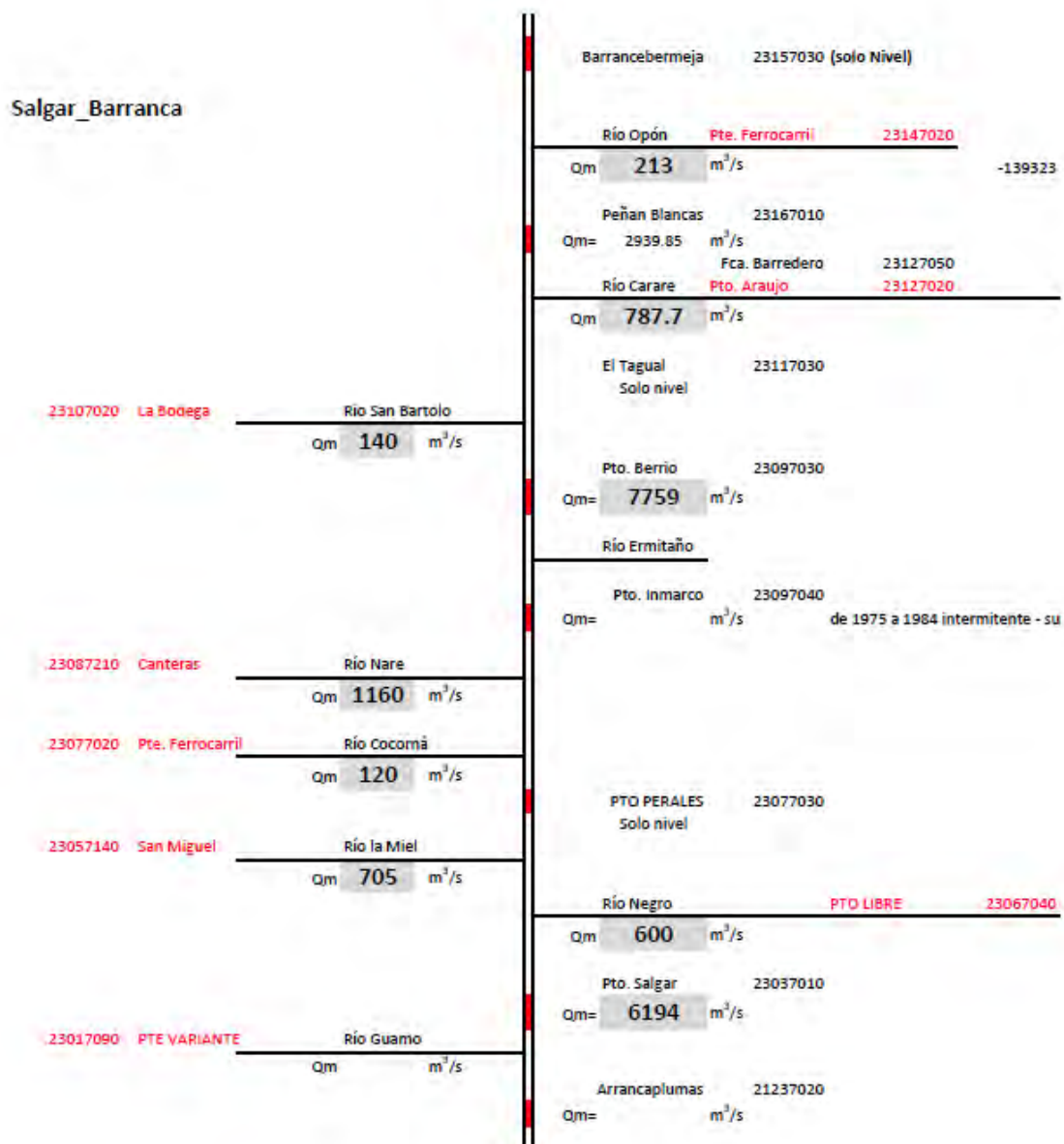


Figura 4.1.2 Esquema del Río Magdalena entre Puerto Salgar y Barrancabermeja, los valores presentados corresponden a los estimados para el día 23 de abril de 2011.

◆ Ítems para el cálculo

Para recrear la inundación de 2010-2011, se realizaron cálculos de los siguientes ítems:

- ① La cota máxima de inundación
- ② Área de inundación
- ③ Nivel máximo del agua en el punto de confluencia con el Río Negro

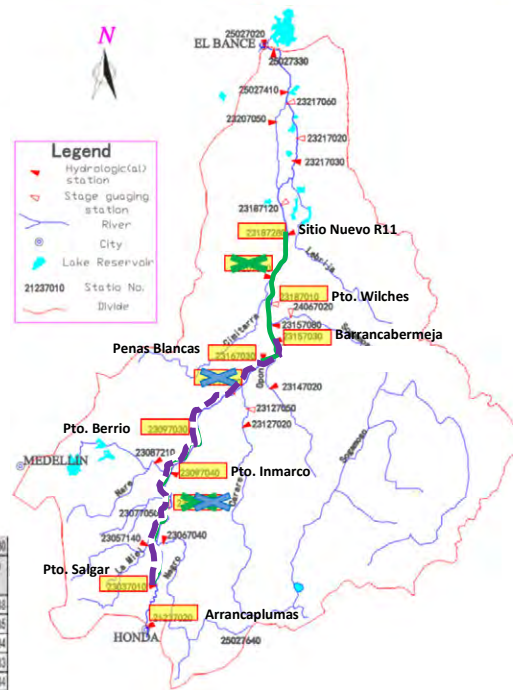


(2) Datos de observación

La cota máxima de inundación en el tramo Puerto Salgar - Barrancabermeja se presentó alrededor de abril de 2011; sin embargo, los datos que incluyen niveles máximos existen en las siguientes 8 estaciones abajo mencionadas:

Se realizaron los siguientes análisis: basados en estos datos de nivel del agua y caudal.

Estación	No.	Nombre de la estación
	23187280	Sitio Nuevo R11
	23187010	Pto. Wilches
	23157030	Barrancabermeja
	23167010	Penas Blancas
	23097030	Pto. Berrio
	23097040	Pto. Inmarco
	23037010	Pto. Salgar
	21237020	Arrancaplumas



	21237020	23037010	23097040	23097030	23167010	23157030	23187010	23187280
	Arrancaplumas	Pto. Salgar	Pto. Inmarco	Pto. Berrio	Penas Blancas	Barrancabermeja	Pto. Wilches	Sitio Nuevo R11
2011/4/20	189.38	172.31	130.88	110.2	99.1	75.65	66.25	52.81
2011/4/21	200.11	172.88	131.17	110.26	99.18	75.67	66.26	52.85
2011/4/22	199.63	172.61	131.3	110.35	99.21	75.73	66.26	52.84
2011/4/23	199.23	172.17	131.25	110.41	99.32	75.76	66.24	52.83
2011/4/24	199.71	172.5	131.12	110.35	99.38	75.81	66.28	52.84
2011/4/25	199.63	172.64	130.87	110.28	99.41	75.84	66.34	52.84
2011/4/26	199.73	172.17	130.77	110.38	99.43	75.85	66.29	52.88
2011/4/27	197.76	171.74	130.51	110.3	99.38	75.77	66.24	52.85

Figura 4.1.3 Puntos de observación con los máximos niveles de agua en Abril de 2011

(3) Sección transversal

**a. Sección transversal**

Se muestra cada sección transversal y el nivel máximo (observado) en la inundación de 2011.

Analizando solamente el nivel observado, se puede ver que el nivel máximo del agua fluyó dentro de la sección transversal del canal principal, para las secciones donde se encuentran estaciones del IDEAM.

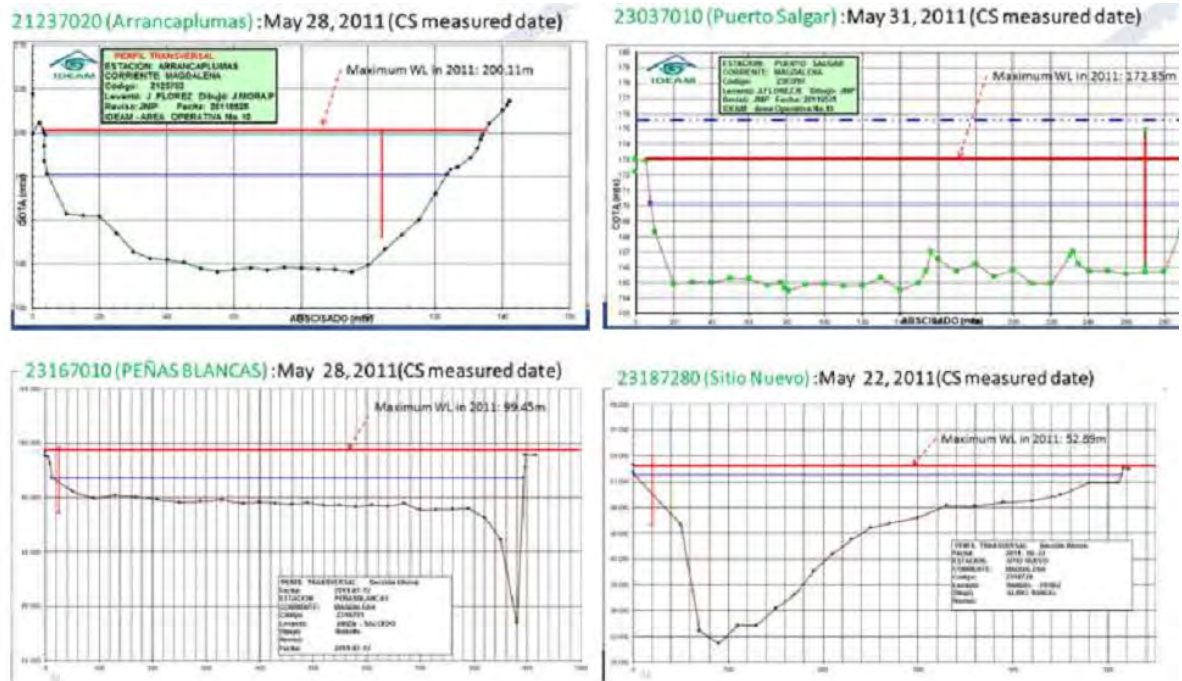


Figura 4.1.4 Secciones transversales obtenidas por levantamiento topográfico y la cota máxima de inundación en 2011 (línea roja)

Con el fin de evaluar la capacidad de flujo del río y recrear la inundación de 2010-2011, se decide evaluar la capacidad hidráulica del río incluyendo su llanura de inundación. Para ello se emplea el modelo de elevación digital disponible para Colombia, con una resolución de 30 metros, y las batimetrías levantadas por el IDEAM en el tramo Salgar – El Banco en diferentes periodos de tiempo. Si bien la precisión del modelo de 30 metros no es la mejor, se realiza el ejercicio para tratar de establecer con un mejor detalle las bancas a lo largo del río y establecer de esta forma de una manera aproximada la capacidad de flujo del río en su canal principal.

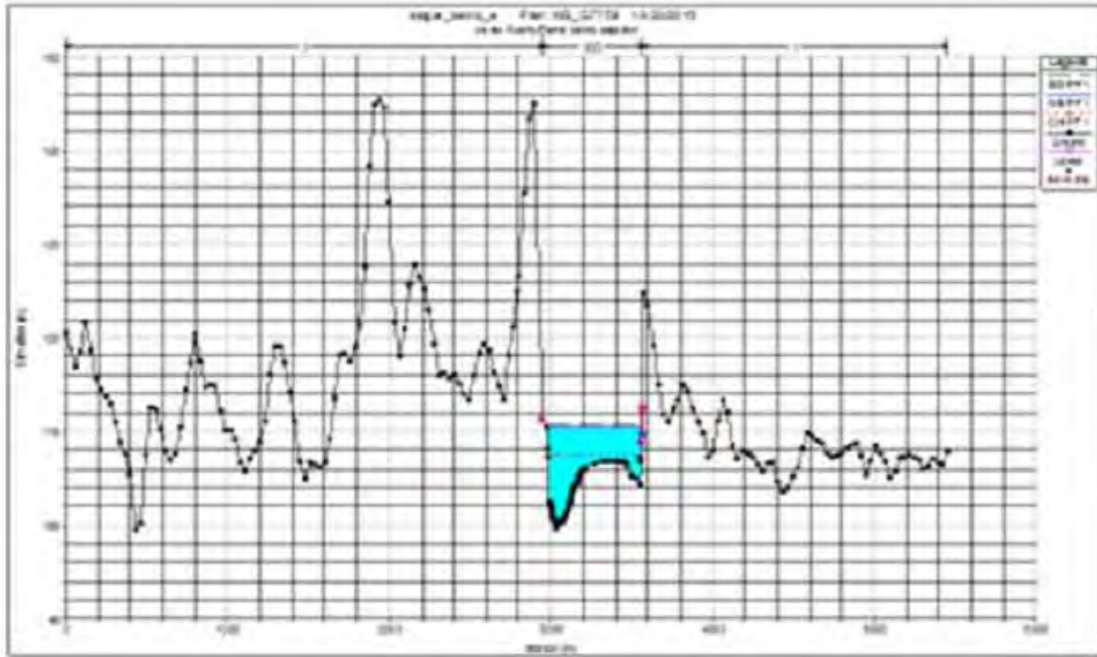


Figura 4.1.5 Ejemplo de la combinación de datos de llanuras inundables obtenidos de imágenes satelitales y datos del cauce

Teniendo en cuenta que se logró obtener algunas secciones más precisas en particular para Puerto Berrío, lo anterior a partir de levantamientos lidar en algunos puntos del río efectuados por MADS, se presenta a continuación la comparación de las secciones obtenidas que permite ver de forma general el grado de correspondencia entre las secciones.

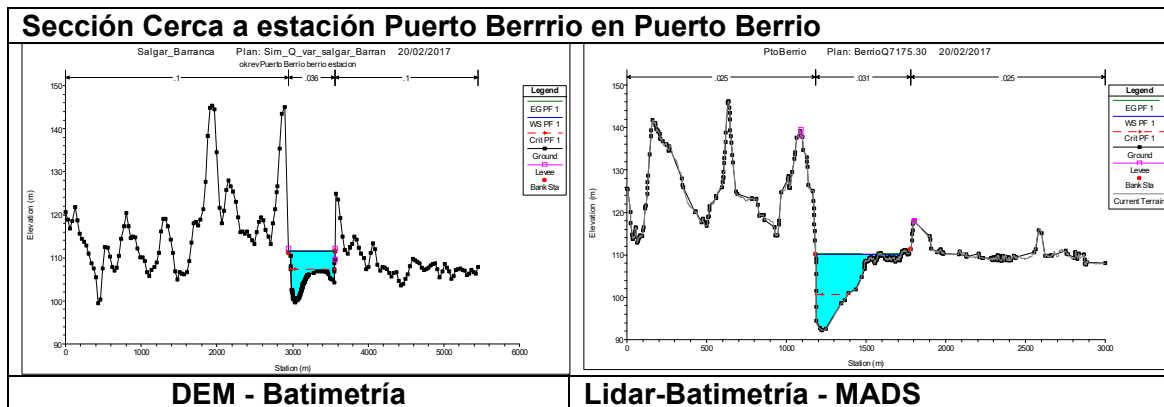


Figura 4.1.6 Comparación de sección compuesta obtenida con DEM y Batimetría y sección obtenida con Lidar y Batimetría obtenida por MADS.

## b.Chequeo de los datos H-Q

En la inundación de 2010-2011 se presentó la cota de inundación que superó las inundaciones anteriores. El máximo valor de la curva H-Q, frecuentemente queda fuera de la línea exterior de los datos existentes de inundación, y es necesario verificar la aplicabilidad. En la sección abajo descrita, se realizó la verificación de la aplicabilidad de la curva H-Q para la sección de aforos de la estación Puerto Berrío. En esta sección, se realizó la observación de caudal en la inundación de 2011. Como resultado de la verificación, se determinó que los valores observados de inundación (nivel, caudal) en la sección de aforos de Puerto Berrío, coinciden en general con la curva H-Q. Por lo tanto, se determinó que se utilizarán el nivel máximo observado en la estación y la curva H-Q para el cálculo del caudal máximo.

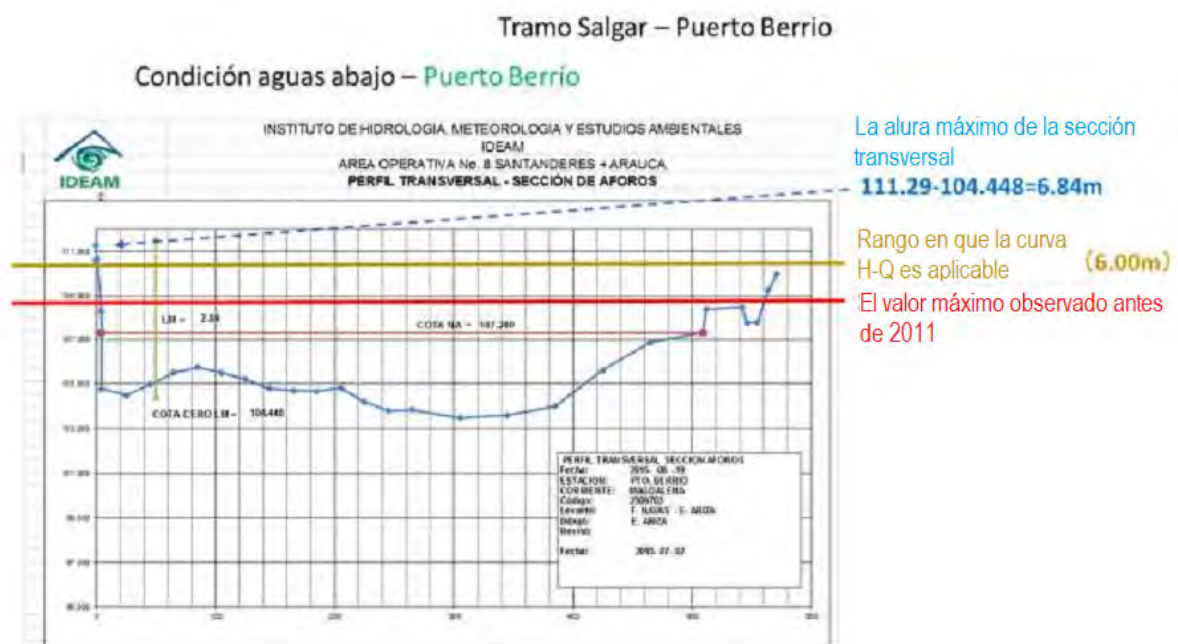


Figura 4.1.7 Sección transversal en AFOROS y el rango de aplicación de la curva H-Q

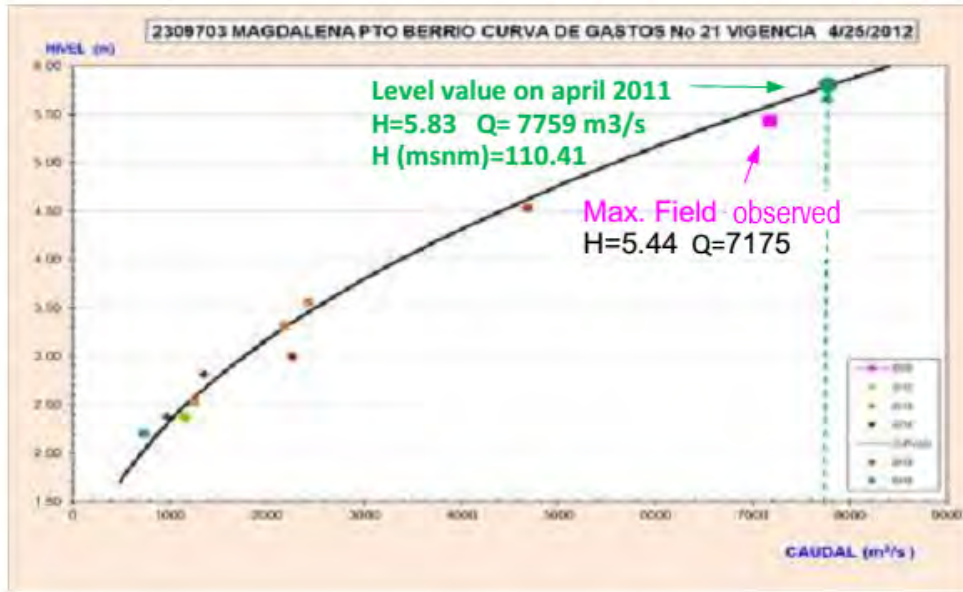


Figura 4.1.8 Curva H-Q existente

En la inundación de 2010-2011, existen las secciones transversales que nacieron de la sección transversal del cauce normal (canal principal). En caso de calcular la capacidad de flujo de las áreas que incluyen el canal principal y las llanuras inundables, es necesario verificar de nuevo la aplicabilidad de la curva H-Q existente. *En adelante, se planea utilizar la metodología de conveyancy utilizada en el cuerpo de ingenieros del ejército estadounidense para verificarla.*

(4) Condición de borde de Nivel del agua y valores de caudal para la simulación

Utilizando la metodología de verificación de la sección transversal arriba descrita, se logró verificar la aplicabilidad de los datos existentes de H-Q. Tomando como base estos resultados, se configuró el “nivel del agua en el punto de inicio” y “caudal planificado” que se utilizan en el cálculo de flujo no uniforme.

① Nivel del agua en el punto de inicio se definieron como lo siguiente:

La condición de borde de nivel conocido hacia aguas debajo del tramo a modelar se definió a partir del nivel conocido en la estación Barrancabermeja para la cual el nivel corresponde a 75.76 msnm.

	Abcisa(m)	Nivel(m)	Sitio
Nivel de agua tramo 2-1	246.921,5	172,17	Est. Puerto Salgar
Nivel de agua tramo 2-2	144.695,3	131,25	Est. Puerto Inmarco
Nivel de agua tramo 2-3	100.948,3	110,41	Est. Puerto Berrio
Nivel de agua tramo 2-4	14,87	75,76	Barrancabermeja



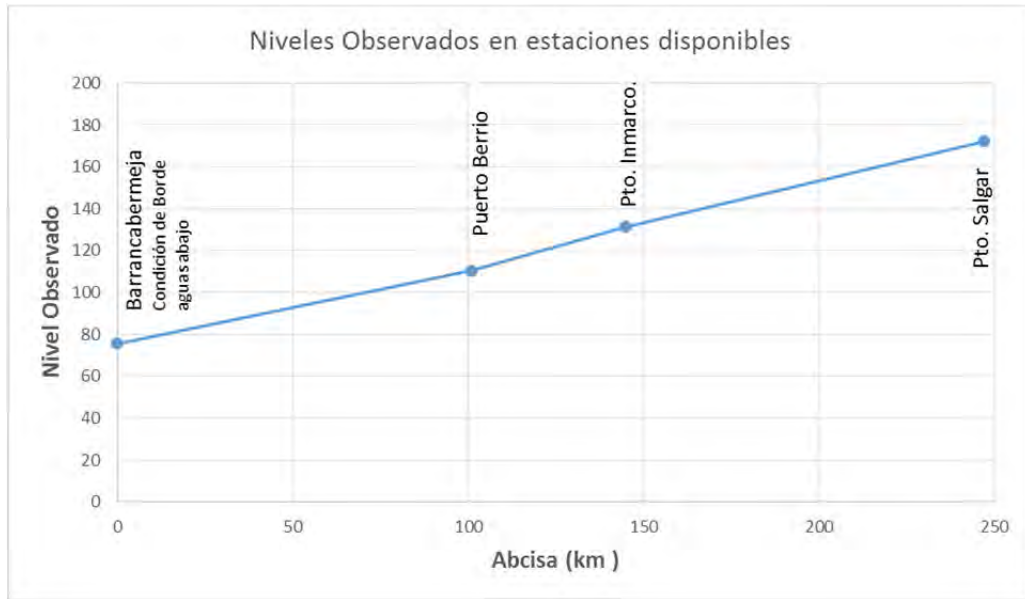


Figura 4.1.9 Nivel del Agua en el Punto de Inicio

② El caudal se definió como lo siguiente:

Tramo	Abcisa (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Sitio
2-1	248.052	6.194,0	Est. Puerto Salgar
2-2	209.227	7.499,0	Confluencia Rios La Miel y Negro
2-3	167.384	7.619,0	Confluencia Río Cocorná
2-4	144.695	7.759,0	Confluencia Río Nare

De acuerdo con lo anterior el caudal en el cauce principal se incrementa desde el valor en la estación Puerto Salgar, en los sitios donde se da la confluencia de los principales tributarios hasta Barrancabermeja, en el caso de la confluencia de los ríos Miel y Negro, se hace un solo punto de cambio de caudal en el modelo dada su cercanía.

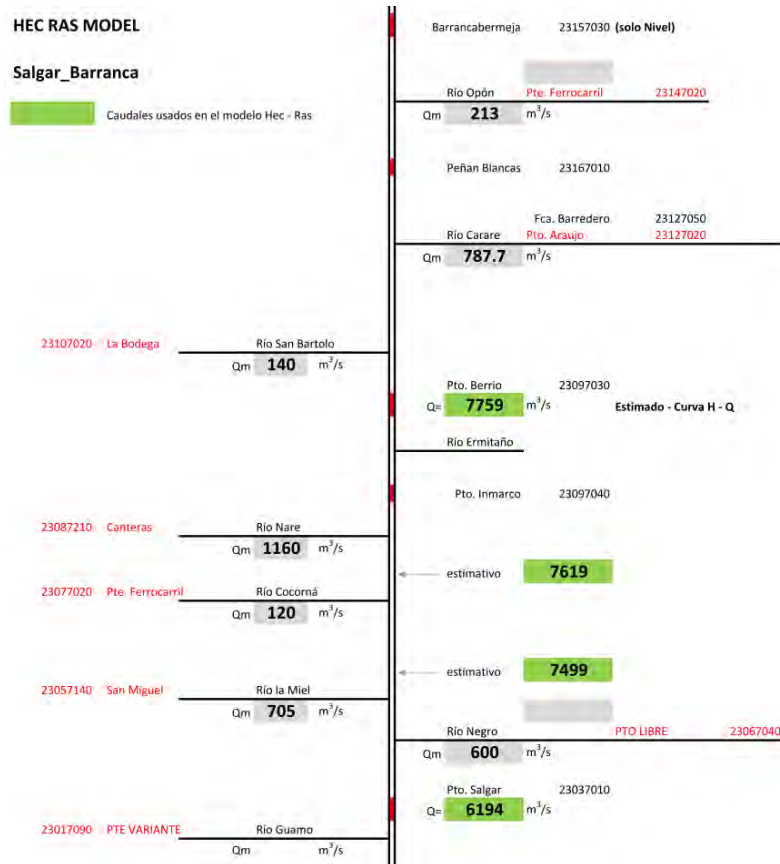


Figura 4.1.10 Flujo simulado en el Río Magdalena entre Puerto salgar y Barrancabermeja

(5) Resultado del cálculo

**a.Nivel del agua**

A continuación se presentan los resultados del cálculo del nivel de agua en los tramos definidos.

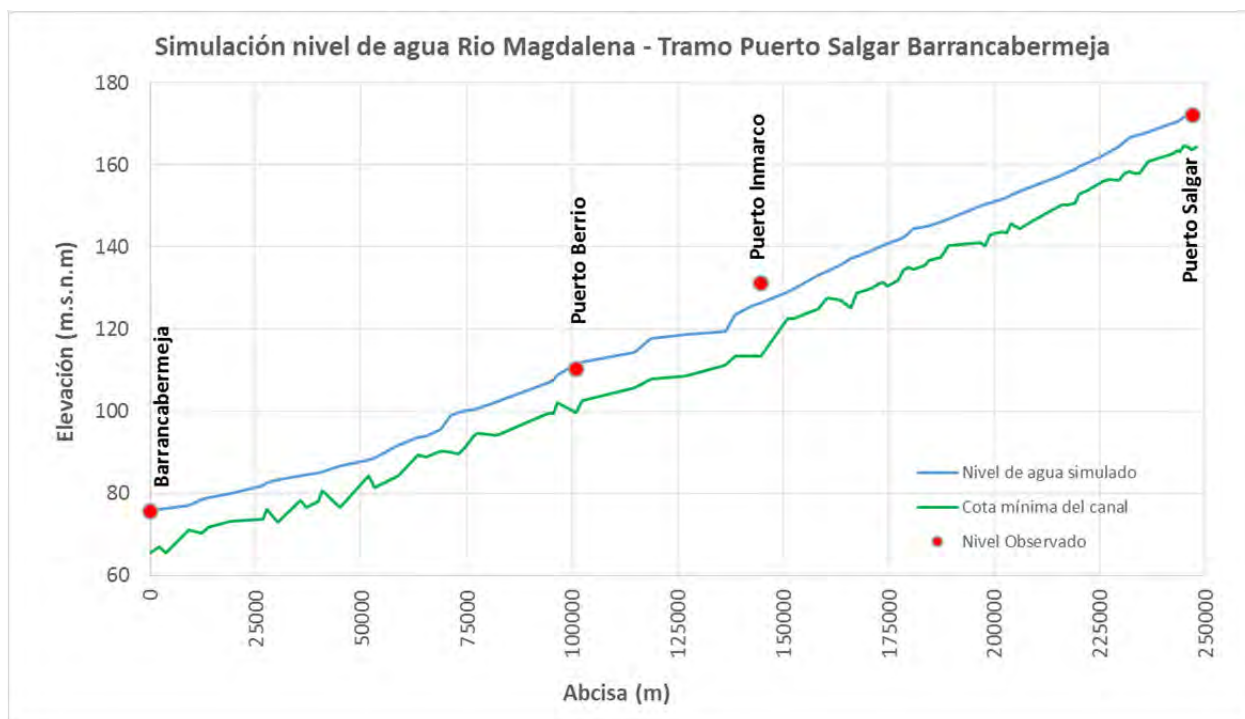


Figura 4.1.11 Resultado de la simulación de nivel de agua en el tramo Puerto Salgar Barrancabermeja para los datos del día 23 de abril de 2011

De los resultados obtenidos con la condición de borde de nivel definida en Barrancabermeja, se puede observar lo siguiente:

- Luego de las revisiones realizadas, persiste una gran diferencia en el nivel de agua obtenido en Puerto Inmarco con el dato observado, lo cual lleva a suponer que existe alguna inconsistencia en el datum del nivel de amarre a cota real, posiblemente corresponde a un punto no certificado por el IGAC, lo cual parece tener consistencia con el hecho que la sección batimétrica es más profunda en ese sitio precisamente. Una segunda opción difícil de verificar con la información disponible, sería que en ese tramo la pendiente del Río se redujera drásticamente, como para generar una elevación de la lámina de agua que correspondiera al nivel observado. Sin embargo el espaciamiento de las secciones disponibles no permite verificar esta hipótesis.
- El nivel de agua encontrado con la simulación para Puerto Salgar y Puerto Berrio, es coincidente con los datos observados en las estaciones existentes en estos dos sitios. Lo que permite inferir que en general el resultado de la simulación es satisfactorio.

### **b. Área de inundación**

Los resultados fueron:

- En Sitio Nuevo tuvo un ancho de 17,2km (el máximo en este tramo).



- En Puerto Wilches, tuvo un ancho de 5,0km.
- En Barrancabermeja, tuvo un ancho de 6,6km

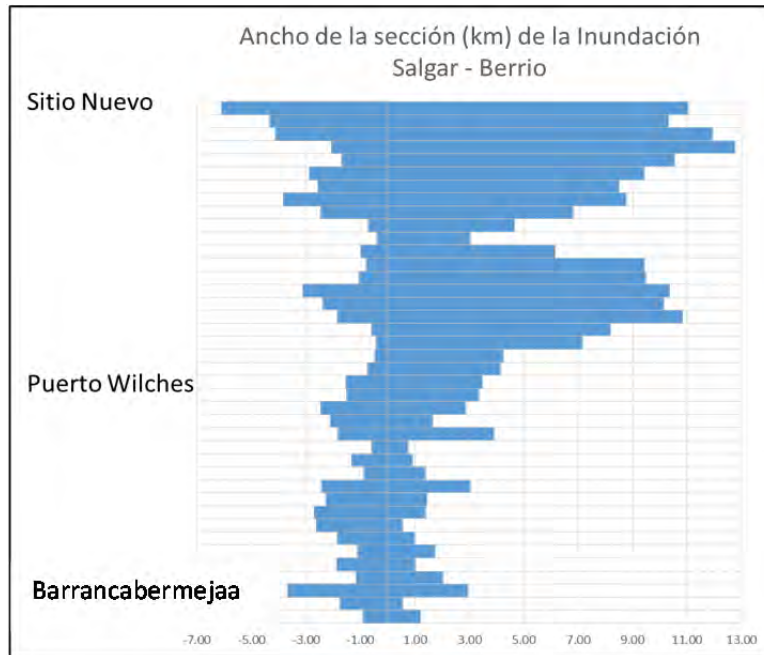


Figura 4.1.12 Rango de la inundación

Ya que el ancho normal del Río Magdalena es de 2-3km, se puede observar que en este tramo la inundación ocurrió dentro de los 15km de las llanuras inundables.

Hay necesidad de estudiar la inundación del Río Magdalena incluyendo las llanuras inundables.

Es importante entender la orogénesis y geomorfología de la cuenca del Río Magdalena, en la parte alta, el río va encauzado por las cordilleras central y oriental, formaciones rocosas y consolidadas lo restringen, sin embargo en la medida que avanza hacia su desembocadura las planicies de inundación se extienden en mayor área, debido a lo anterior la lamina de inundación horizontal puede alcanzar extensos kilómetros en la llanura del Caribe.

### **c. Nivel máximo del agua en el punto de confluencia con el Río Negro**

Para la simulación realizada se contó con dos secciones, una hacia aguas abajo (209.227,8) y otra hacia aguas arriba de la confluencia (216.016,0) del río Negro al Río Magdalena. A partir de la información disponible se establece que la confluencia se da en la sección 211.520,1. La cota de agua simulada para corresponde a 155,64 msnm en dicha sección.

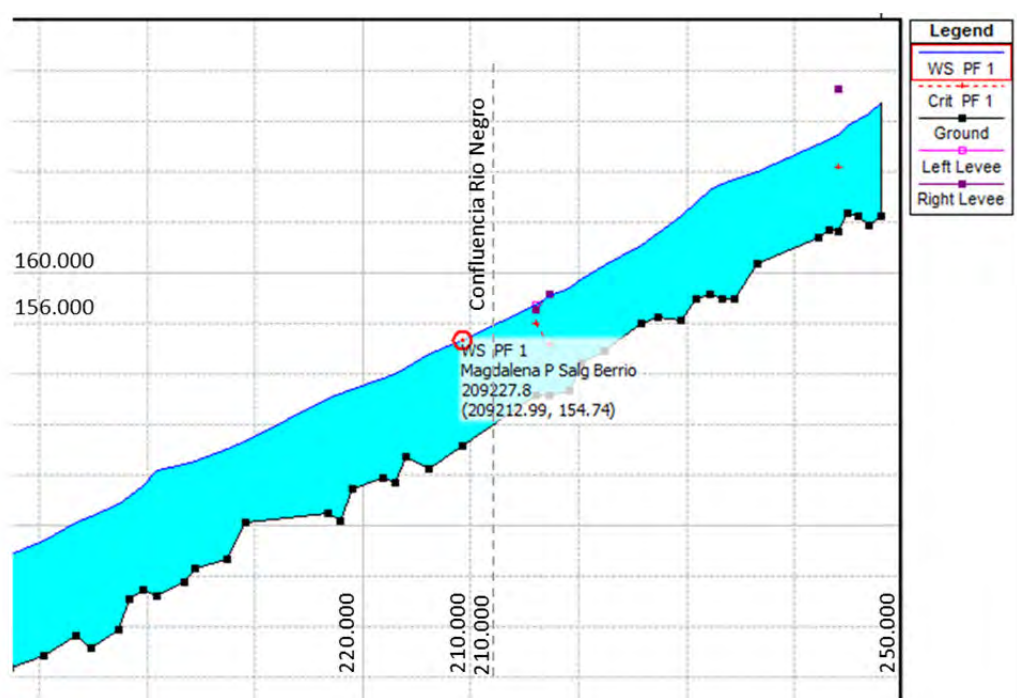
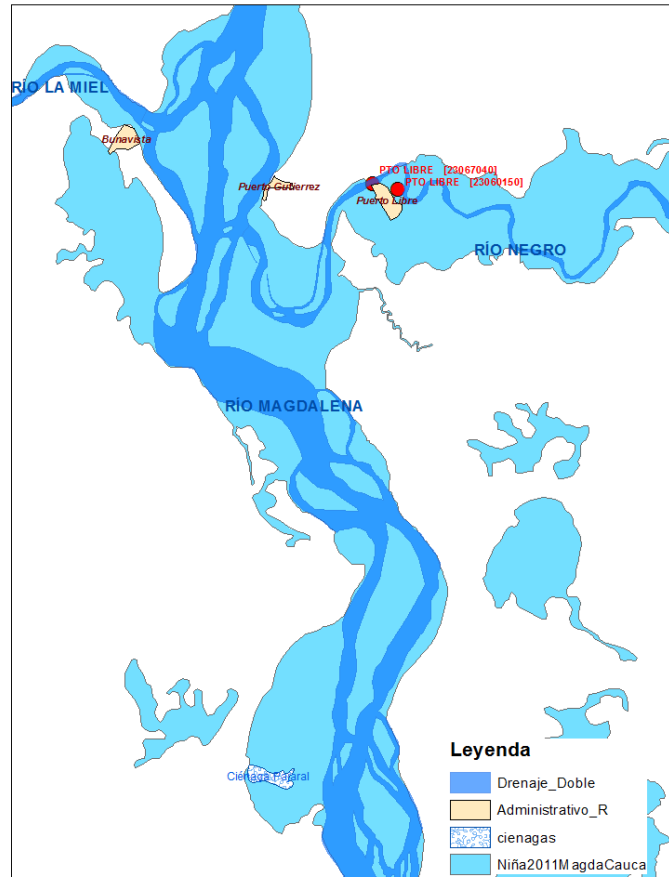


Figura 4.1.13 Confluencia del Río Negro al Río Magdalena y cobertura inundación 2010-2011

Como elemento de verificación de la cota máxima alcanzada por la inundación en la confluencia del Río Negro y el Río Magdalena (155,64), se contrasta con el dato de la estación Puerto Libre sobre Río Negro, ubicada 6 km hacia aguas arriba de este afluente (tramo sinuoso). La cota de agua para el 23 de abril de 2011 en esta estación corresponde a: 155,86 m.sn.m.

Tabla 4.1.1 Análisis detallado de los datos

Estación del Río	Punto de interés	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G.pendiente (m/m)	Área Caudal (m <sup>2</sup> )	Q Izq (m <sup>3</sup> /s)	Q Canal (m <sup>3</sup> /s)	Q Izq (m <sup>3</sup> /s)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Conv. Chnl (m <sup>3</sup> /s)	Max W Chnl (m)	Max W Izq (m)	Max W Der (m)	Max Ancho (m)
248052		164.45	173.52		173.93	0.001502	2931.32		5556.45	637.55	6194	143383.9	393.74		637.69	1031.42
246921.5	Est. Pto Saigar	163.8	172.61		172.79	0.000653	5130.66	2.81	4926.81	1264.38	6194	192779.7	460.39	151.47	1195.15	1807.02
245901.8		164.52	172.09		172.22	0.000477	6392.14	257.58	4855.93	1080.49	6194	222296.1	556	1041.11	990.17	2587.28
244960.9		164.72	171.65		171.76	0.000479	6425.73	239.31	4891.62	1063.07	6194	223427.1	656.66	491.94	1134.52	2283.13
244139.5		163.3	170.98	168.41	171.21	0.000934	3541.81		5735.13	458.87	6194	187620.8	612.15		582.28	1194.44
243274		163.36	170.51		170.58	0.00058	6957.37		4083	2110.99	6194	169471.5	910.26		1582.76	2493.02
242282.5		162.85	170.13		170.2	0.000284	6537.24	10.39	5659.99	523.62	6194	335936.8	1043.42	164.79	937	2145.21
236593		160.77	168.04		168.11	0.000496	6165.94	784.86	5409.14		6194	242876.6	1526.97	706.81		2233.78
234482.3		158	167.39		167.46	0.000209	5849.38		6141.18	52.82	6194	424887.4	1088.26		1084.51	2172.77
233279.8		158	167.03		167.13	0.000375	5058.29		6097.01	96.98	6194	314828.2	1060.24		1201.91	2262.16
232167.6		158.3	166.53		166.69	0.000391	3497.38		6194		6194	313122.4	598.51			598.51
230971.7		158	165.61		165.85	0.001578	2896.8		6179.58	14.42	6194	155562.8	1010.59		211.95	1222.54
229550.8		156.29	164.51		164.61	0.000515	5649.04	0	5560.77	633.22	6194	244998.4	984.51	1.64	1468.44	2454.59
227303.2		156.49	163.14		163.29	0.000698	4508.58	13.21	5744.86	435.93	6194	217503.1	848.52	119.35	1383.23	2351.1
225840.6		156.02	162.26		162.36	0.000563	5511.96	82.43	5802.98	308.59	6194	244600.1	1285.45	403.78	1051.31	2740.54
222356.7		153.85	160.6		160.64	0.000422	10836.64	672.02	4205.38	1316.6	6194	204731.8	1451.55	1529.45	3074.11	6055.11
220268.5		152.84	159.58		159.69	0.000528	4729.88	6.02	6038.91	149.07	6194	262791.8	1138.75	162.87	633.49	1935.12
219156.5		150.72	158.77		158.93	0.000856	4751.39	55.91	5704.52	433.57	6194	195024.8	905.44	322	1401.56	2629
217249.8		150.31	158.15	154.31	158.2	0.000204	8237.87	1043.28	5056.75	93.97	6194	353771.5	973.15	997.65	243.89	2214.69
216016		150.31	157.53	155.97	157.69	0.00108	4071.07	132.33	5529.15	532.52	6194	168208.3	985.51	530.65	204.27	1720.43
209227.8	Confluencia Río La Miel	146.36	154.74		154.8	0.000247	7553.19	13.58	7242.72	242.69	7499	460561.3	1479.9	193.28	762.53	2435.7
206080.4		144.52	153.55		153.73	0.000488	4091.06		7495.3	3.7	7499	339263.9	779.46		47.11	826.56
204077.2		145.54	152.53		152.66	0.000566	4801.17	121.81	7377.19		7499	310095	1137.07	176.45		1313.51

Estación del Río	Punto de interés	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G.pendiente (m/m)	Área Caudal (m2)	Q Izq (m3/s)	Q Canal (m3/s)	Q Izq (m3/s)	O Total (m3/s)	Conv. Chnl (m3/s)	Max W Chnl (m)	Max W Izq (m)	Max W Der (m)	Max Ancho (m)
203031.6		143.43	152.04		152.14	0.000433	8467.49	138.41	5902.37	1458.22	7499	283762	846.54	487.14	1861.28	3194.96
201886.2		143.8	151.68		151.73	0.000264	10602.82	692.49	5434.09	1372.42	7499	334675.3	1363.02	1056.09	739	3158.1
199033.9		142.94	150.79		150.88	0.000339	8681.89		6224.41	1274.59	7499	338292.3	873.92		2291.05	3164.97
197918	Puerto Triunfo (a. arriba)	140.42	150.47		150.54	0.000281	7182.86		6819.08	679.92	7499	407149.7	1204.27		602.24	1806.51
196829.2	Puerto Triunfo	141.06	150.07		150.18	0.000382	5078.71	20.65	7478.35		7499	382803.1	1078.82	78.85		1157.67
189193.4		140.33	146.75		146.85	0.0005	7052.22		6366.13	1132.87	7499	284680	1031.13		1351.29	2382.42
187413.8		137.38	146.1		146.16	0.000285	7084.29		7305.46	193.54	7499	432609.2	1589.81		624.74	2214.54
184509.7		136.69	145.15		145.21	0.000373	9192.76	692.75	6286.59	519.67	7499	325440.7	1638.9	1231.13	729.51	3599.54
183516.7		135.58	144.94		144.99	0.000145	7760.99		7499		7499	622657.9	1579.18			1579.18
180940.1		134.52	144.37		144.45	0.000311	5830.85		7499		7499	424946.8	1365.44			1365.44
179714.4	Puerto Boyacá (a. arriba)	135	143.15		143.66	0.001669	2860.99	383.13	7115.87		7499	174165.4	453.17	445.73		898.91
178395.9	Est. Puerto Boyacá	134.28	142.35		142.52	0.000455	4328.83		7478.81	20.19	7499	350476.5	801.88		220.56	1022.44
177346.7	Puerto Boyacá (abajo)	131.86	141.79		142	0.000523	4187.56		7309.17	189.83	7499	319589.8	595.78		461.05	1056.83
174822.8		130.38	140.79		140.88	0.000357	6457.84	176.19	7281.27	41.54	7499	385325.3	1372.32	467.7	279.84	2119.85
173473.1		131.33	140.3		140.41	0.000348	6008.62	193.51	7305.49		7499	391864.8	1098.4	863.72		1962.12
170463.8		129.77	138.81		139	0.000643	4049.77		7447.02	51.98	7499	293637.8	813.85	349.23		1163.08
167384		128.79	137.71		137.76	0.000263	10763.69		5774.5	1844.49	7619	356333.9	1187.49		2223.18	3410.67
165967.9		125.15	137.13		137.28	0.000458	6470.18	205.91	6741.06	672.04	7619	315025	647.7	401.07	1490.13	2538.91
163410.5		127.19	135.56		135.83	0.000711	3350.53		7619		7619	285835.2	619.85			619.85
160384		127.51	134.03		134.09	0.000433	8544.71	550.55	6327.38	741.07	7619	304242.1	1570.03	767.22	796.39	3133.64
158330.8		124.95	133.1		133.18	0.000432	7648.78	676.18	6872.79	70.03	7619	330631.5	1549.04	1222.83	163.3	2935.18
152418.7		122.41	129.82		129.92	0.000737	8091.44	723.32	5609.51	1286.17	7619	206623	1115.87	695.57	1746.36	3557.81
150994.6		122.45	128.98		129.06	0.000526	10533.42	1888.79	4747.55	982.67	7619	207092.6	817.36	2109.1	1721.44	4647.9

Estación del Río	Punto de interés	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G.pendiente (m/m)	Área Caudal (m2)	Q Izq (m3/s)	Q Canal (m3/s)	Q Izq (m3/s)	O Total (m3/s)	Conv. Chnl (m3/s)	Max W Chnl (m)	Max W Izq (m)	Max W Der (m)	Max Ancho (m)
144695.3	Est. Puerto Inmarco	113.4	126.41		126.56	0.000299	6629.03	16.37	6776.86	965.77	7759	391613.8	483.87	58.7	1124	1666.57
142676.9	la Sierra (abajo)	113.4	125.72		125.88	0.000375	6534.53	1062.99	6586.46	109.55	7759	340035.5	472.77	955.2	382.63	1810.6
138660.3		113.4	123.39	120.49	123.7	0.000859	3758.7	514.92	7244.08		7759	247218.5	508.1	343.87		851.97
136269		111.22	119.41		120.27	0.002707	1901.94		7754.79	4.21	7759	149050.3	389.01		50.91	439.91
126913.7		108.64	118.59	111.19	118.62	0.000048	11266.5		7585.82	173.18	7759	1093905	1209.92		745.14	1955.06
118801.4		107.92	117.61	113.89	117.72	0.000463	7062.31	1080.24	6678.76		7759	310551.6	944.42	1350.26		2294.68
114833.6		105.74	114.43	111.99	114.76	0.001338	3027.51		7759		7759	212089.6	751.27			751.27
102455.2		102.47	111.9	107.25	111.92	0.000089	21494.04	1844.22	3819.78	2095	7759	405634.7	635.67	3261.76	1806.48	5703.9
100948.3	Est. Puerto Berrío	99.58	111.44	107.45	111.65	0.000453	3860.27	0.01	7759		7759	364680.3	608.59	0.56		609.15
96566.02		102.18	108.72		108.91	0.000932	4764.76	550.93	7207.77	0.3	7759	236057.1	1010.81	851.86	54.59	1917.27
95703.85		99.47	107.52		107.84	0.001626	3139.78		7738.21	20.79	7759	191931.2	908.47		92.47	1000.93
94132.48		99.52	106.83		106.86	0.000281	14973.72	1351.56	2541.77	3865.67	7759	151598	984.1	1494.97	1816.48	4295.55
82321.88		94.21	102.22		102.29	0.000549	9828.29	1886.97	4993.8	878.24	7759	213148.9	994.81	1884.71	896.38	3775.9
7759.26		94.58	100.53		100.57	0.000256	14259.11	232.1	3141.41	4385.48	7759	196433.6	488.1	173.64	3344.25	4006
76656.59		93.9	100.4		100.41	0.00012	20895.97	0.88	2274.38	5483.73	7759	207434	784.39	32.94	4145.5	4962.83
74660.76		91.28	100.03		100.06	0.000316	13673.46	32.32	4001.67	3725.02	7759	225194.8	1562.22	166.8	3173.71	4902.72
73056.73		89.51	99.56		99.6	0.000276	12951.36	76.83	3811.17	3871.01	7759	229511.3	871.63	490.28	2273.85	3635.75
71299.06		90.01	99.01		99.04	0.000407	10467.56	2642.59	4609.18	507.23	7759	228597.7	1785.92	1336.13	268.03	3390.08
68985.45		90.18	95.54	95.54	96.33	0.014071	2222.89	1105.12	6653.89		7759	56094.1	1110.51	442.02		1552.53
65504.13		88.76	93.84		93.84	0.000055	31080.18	1875.92	353.62	5529.45	7759	47747.7	885.7	2472.14	3194.37	6552.21
63640.95		89.26	93.65		93.66	0.000176	18996.15	5844.6	1120.5	793.9	7759	84473.3	1219.72	2584.69	1036.37	4840.77
58777.04		84.16	91.75		91.96	0.001018	5400.76		6124.37	1634.64	7759	191968	679.99		997.67	1677.65
53295.85		81.32	88.7		88.73	0.000378	15202.82	3771.27	1652.31	2335.43	7759	85018.1	264.56	1681.12	3218.12	5163.8
51746.7		84.33	88.18		88.19	0.000377	14774.53	5667.92	696.12	1394.96	7759	35870.3	555.25	1956.66	1817.48	4329.39

Estación del Río	Punto de interés	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G.pendiente (m/m)	Área Caudal (m <sup>2</sup> )	Q Izq (m <sup>3</sup> /s)	Q Canal (m <sup>3</sup> /s)	Q Izq (m <sup>3</sup> /s)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Conv. Chnl (m <sup>3</sup> /s)	Max W Chnl (m)	Max W Izq (m)	Max W Der (m)	Max Ancho (m)
45114.8		76.63	86.66		86.67	0.000176	18971.46	5777.94	1488.91	492.15	7759	112103.4	698.66	3111.94	842.06	4652.65
40893.24		80.58	85.32		85.35	0.000795	11950.68	4803.53	1979.04	976.44	7759	70203.5	855.86	3314.86	901.86	5072.58
39936.88		78.06	84.99		85.01	0.000214	18661.88	5563.91	1622.17	572.92	7759	110829.6	574.42	3852.47	1267.3	5694.18
37093.16		76.47	84.4		84.42	0.000202	17881.19	4500.11	2172.08	1086.82	7759	152856.4	697.51	2750.51	1625.8	5073.82
35776.28		78.15	84.16		84.17	0.000162	24182.82	4927.17	1164.66	1667.18	7759	91613.9	720.63	4899.07	1847.06	7456.75
30207.61		73.03	83.17		83.19	0.000179	18028.32	4060.63	2373.19	1325.18	7759	177336.9	680.74	2639.58	1870.07	5190.38
27775.99		76.15	82.6		82.64	0.000337	12769.75	1492.73	4363.04	1903.23	7759	237600.5	921.65	1487.48	2253.53	4662.66
26819.1		73.77	81.92		82.09	0.000901	6306.76	764.77	5458.2	1536.03	7759	181836.9	636.91	415.29	1027.94	2080.14
18991.23		73.08	79.99		80	0.000141	17549.08	355.98	3966.95	3436.07	7759	334569.8	1276.16	342.71	3876.57	5495.44
13933.59		71.63	79.04		79.07	0.000259	14655.5	41.91	3833.09	3883.99	7759	238241.7	1069.42	233.61	3700.78	5003.81
12189.53		70.33	78.5		78.53	0.000378	15008.92	3171.81	3178.87	1408.33	7759	163564	1289.82	1976.39	4398.03	7664.24
9329.346		71.07	77.14		77.17	0.000647	12662.9	3404.2	3114.16	1240.64	7759	122436.7	1103.81	2718.2	2066.63	5888.64
3829.445		65.39	76.34		76.34	0.000072	26402.16	1939.83	3478.67	2340.5	7759	410454.6	1980.57	2383.13	3256.44	7620.15
2088.404		67.02	76.03		76.08	0.000568	10002.74	1462.59	5794.8	501.61	7759	243190	2182.94	2057.03	622.45	4862.41
14.87	Cerca a Barrancabermeja	65.39	75.76	68.66	75.77	0.000063	27240.48	1406.65	2384.09	3968.26	7759	300723.5	1971.65	2310.99	2297.99	6580.63

Del análisis de los resultados del modelo hidráulico se puede concluir que en el tramo entre Puerto Salgar y la confluencia con el Río La Miel, hay secciones al costado izquierdo que asumen entre el 4% y el 11% del caudal total, sin ser esto constante solo se da en algunos tramos, mientras que en la margen derecha se concentra entre el 2% y el 20% del caudal total, siendo más constante que la margen izquierda transporte caudal.

Entre la confluencia entre el río la Miel y Puerto Triunfo, la llanura de inundación al costado izquierdo, transporta un valor promedio del 2% del caudal total, mientras que el lado derecho un valor promedio de 11%.

Entre Puerto Triunfo y Puerto Boyacá, la llanura de inundación al costado izquierdo transporta 9% en una sección mientras que el costado derecho en promedio 8%. Se aclara que en algunas secciones el caudal se concentra en el cauce principal.

En el tramo Puerto Boyacá – Puerto Inmarco (La Sierra), el canal izquierdo transporta en promedio 7%, mientras que el canal derecho 10% del caudal total.

En el tramo entre Puerto Berrío y Barranca, la margen izquierda transporta en promedio 37% (en un rango entre 7% y 72% en los tramos definidos entre las diferentes secciones); por su parte el costado derecho transporta en promedio el 29% (en un rango entre 6% y 71% en los tramos definidos entre las diferentes secciones).

Se evidencia que la proporción del caudal en la llanura de inundación se incrementa hacia aguas abajo de Puerto Berrio, como puede apreciarse en la cartografía de interpretación de la mancha de Inundación elaborada por IDEAM e IGAC.

En la figura siguiente se pretende sintetizar la capacidad de flujo del cauce del Río Magdalena entre Puerto salgar y Barrancabermeja y su zona de inundación.

La línea azul pretende representar la capacidad de flujo del cauce principal (sin la llanura de inundación), de ella se puede apreciar que la capacidad del cauce principal aumenta aguas abajo del Río la Miel y hasta la confluencia del Río Nare por encima de 4000 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo el cambio en la sección transversal del Río le da menor capacidad hacia aguas abajo hasta Barrancabermeja. Suponiendo que el agua no fluye fuera de la sección principal del cauce, lo cual no necesariamente es cierto dado que no es sencillo establecer la conectividad con áreas laterales que de acuerdo con el modelo digital de terreno disponible, son tanto o más bajas que el fondo del lecho del Río, lo cual sin embargo se asume para este tramo para efectos de este ejercicio.

La línea roja representa el caudal máximo durante el fenómeno de la Niña 2011, adoptando caudales registrados en algunas estaciones sobre el río Magdalena y sus principales tributarios, como se describió al comienzo de este capítulo.

La línea naranja representa la proporción del caudal que discurre por el canal principal en la simulación realizada con el modelo que se construyó con las secciones compuestas.



De los resultados puede concluirse, aun considerando la incertidumbre que genera la imprecisión de las secciones disponibles, lo siguiente:

El cauce principal del Río Magdalena entre Puerto Salgar y la confluencia del Río Negro, puede transportar cerca de  $1.260 \text{ m}^3/\text{s}$ , sin interactuar con zonas bajas aledañas. El río sin embargo puede transportar entre  $4.000$  y  $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , en este tramo considerando zonas aledañas inundables y cuerpos de agua.

El Río Magdalena entre Río Negro y la confluencia del Río Nare puede transportar en su cauce principal cerca de  $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , la mayoría del tramo podría transportar un poco más, excepto por algunas secciones que tienen menor capacidad y que implican que permiten una conexión con zonas bajas aledañas, en este tramo el río puede transportar entre  $4.000$  y  $7.400 \text{ m}^3/\text{s}$  inundando zonas bajas aledañas que hacen parte de su llanura de inundación.

Finalmente el tramo entre la confluencia del río Nare y Barrancabermeja se ensancha y presenta una menor capacidad en el cauce principal, la cual es altamente variable al observar la configuración del río en este tramo, aunque para el ejercicio realizado suponiendo que el cauce se concentra en el cauce principal se obtiene una capacidad de  $3.400 \text{ m}^3/\text{s}$  asumiendo que no haya conexión con zonas bajas aledañas en las secciones transversales, la simulación realizada con la llanura de inundación demuestra que existen puntos con capacidades inferiores a  $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , aunque en general exceptuando algunos tramos la capacidad del cauce principal puede ser superior a  $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , la simulación realizada indica que las zonas inundables alrededor del cauce principal pueden permitir transportar hasta  $7.700 \text{ m}^3/\text{s}$ , esto considerando posibles afectaciones a áreas productivas que se encuentran en las zonas inundadas.

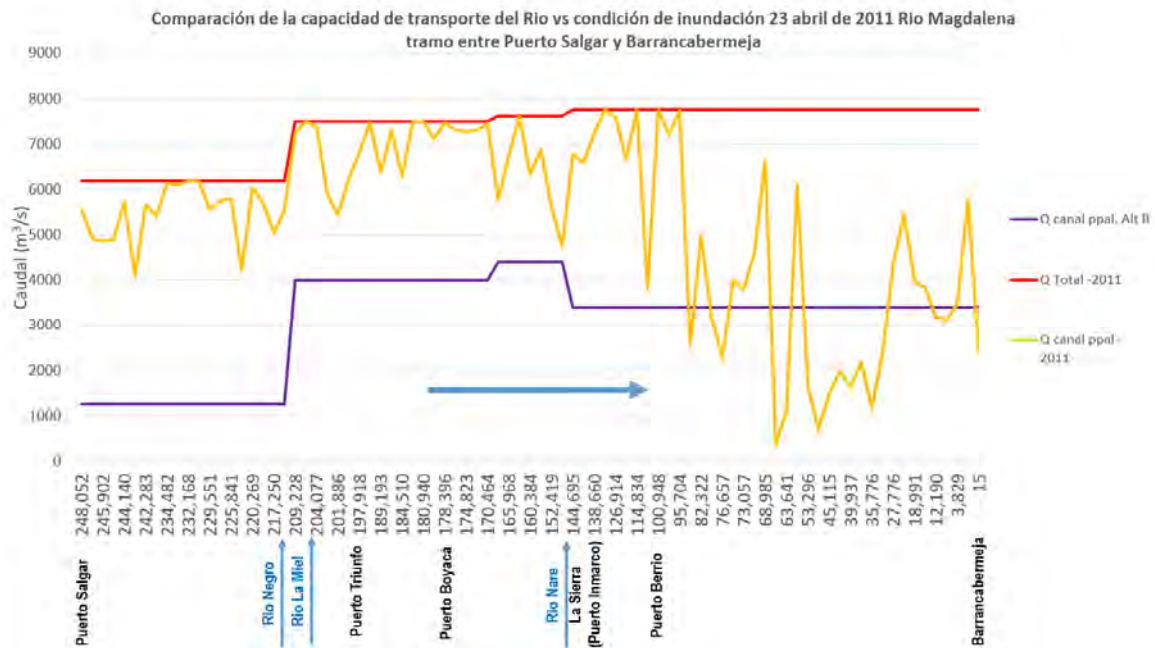


Figura 4.1.14 Comparación de la capacidad de flujo del canal principal y los caudales durante la inundación 2011 (23 abril)

#### (6) Desafíos al futuro y actuales

- Los resultados en el tramo Puerto Salgar - Barranca son aceptables considerando que las secciones compuestas se construyeron empleando un modelo de elevación de 30 m, insumos con mejor precisión permitirían mejorar los resultados.
- Se requiere verificar los datos de cero de mira de Puerto Inmarco, si bien actualmente pueden estar amarrados a Marga Sirgas, para el periodo simulado los datos referenciados al cero de mira no corresponden con la simulación, ni con la batimetría.
- Se logró una evaluación de las condiciones de caudal (aplicabilidad de la curva H-Q: verificación con conveyance K) que muestra la heterogénea capacidad de transporte del cauce principal del río en el tramo analizado, y por tanto la permanente interacción con las zonas inundables incluso para caudales medios.
- Aun cuando los resultados son aceptables, sería posible mejorar la estimación de la proporción de la inundación que fluye por las llanuras inundables en zonas donde el modelo de elevación no es tan preciso, si se obtienen modelos de elevación o información más precisa.
- Se requiere definir con una mejor precisión las zonas inundables que interactúan con el río de forma frecuente, incluso para condiciones medias del río en ciertos meses.
- Se debe contemplar realizar representaciones más complejas para comprender modificación del trazado del río, ya que los cambios en el río son significativos al tratar de representar la capacidad de transporte del río en el cauce principal.

## 4.2 El uso y la administración del Río Magdalena (Resultado de este proyecto)

### (1) Administración del Río Magdalena

Bajo la Constitución, CORMAGDALENA administra el Río Magdalena.

Los enfoques principales en esta administración son “navegación”, “actividad portuaria”, “ordenación y conservación de tierras”, “generación y distribución de la energía” y “aprovechamiento sostenible y la preservación del medio ambiente”.

<http://dc02eja.cormagdalena.gov.co/index.php?idcategoria=50>

El artículo 5 de la ley 161 de 1994 estipula que CORMAGDALENA tiene funciones de “elaborar, adoptar, coordinar y promover la ejecución de un plan general para el desarrollo de sus objetivos, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo”

CORMAGDALENA debe “Promover la ejecución o ejecutar directamente, o en asocio con otros entes públicos y privados, proyectos de adecuación de tierras, avenamiento y control de inundaciones, operar y administrar dichos proyectos o darlos en concesión y delegar su administración y operación en otras personas públicas o privadas”, y aquí se observa un aspecto de la entidad como administrador del río. Concretamente, deberá aconsejar las actividades que influyan a la condición hidrológica de la cuenca realizadas por todas las entidades públicas y privadas, articularlas y coordinarlas.

### (2) Navegación

#### ① Historia de la navegación

La historia de la navegación en el Río Magdalena es antigua, y en la época pre-colombina la población indígena utilizaba la canoa para navegar los tramos medio y bajo. Entre los años 1500 y 1820 (la época colonial), los indígenas, españoles y criollos practicaban la navegación en los tramos alto, medio y bajo, con una capacidad de carga de 15-20 toneladas como resultado de las mejoras en las embarcaciones.



Entre los años 1870 y 1960, los empresarios nacionales e internacionales practicaban la navegación con barcos de vapor en los tramos alto, medio y bajo, con un aumento

de la capacidad de carga. Entre los años 1948 y 1991, prosperó la navegación para transportar hidrocarburos, y la capacidad de carga se aumentó hasta aproximadamente 1.500.000 toneladas; sin embargo, la construcción de carreteras avanzó y la navegación fue limitada a los tramos medio y bajo.

Actualmente, el canal navegable del Río Magdalena es de 1300km (desde Neiva hasta el Océano Atlántico). El tramo de navegación se puede dividir en tres: tramo alto, tramo medio y tramo bajo. El tramo bajo de 631km desde Barrancabermeja hasta Barranquilla tiene el mayor volumen de navegación, y su profundidad es de 2,1m durante todo el año (con confiabilidad de 90%). El tramo medio de 256km desde Puerto Salgar hasta Barrancabermeja tiene una profundidad de 1,35m (con confiabilidad de 90%, 1,8m en épocas de lluvia), y navegación estacional es posible. Actualmente se está avanzando una obra de dragado, y se proyecta una profundidad de 2,1m después de la finalización de la obra. En tramo alto de 413km desde Neiva hasta Puerto Salgar tiene una profundidad menor de 0,9m, y sólo pueden avanzar buques de pasajeros y embarcaciones pequeñas.

Actualmente en Colombia las carreteras ocupan el 73% entre los medios de transporte, el ferrocarril ocupa el 26%, y la navegación tan sólo el 1%. En 2014, el Río Magdalena tuvo la capacidad de transporte de 530.000.000 toneladas al año.

<http://www.eltiempo.com/contenido-comercial/especiales-comerciales/navegabilidad-del-rio-magdalena/16298598>

## ② Plan de obras para garantizar la navegabilidad

Se planea realizar obras (dragado) para garantizar la navegabilidad del Río Magdalena en el tramo de 886km entre Puerto Salgar hasta Cartagena y Barranquilla. El área objetiva de la obra y la profundidad planificada se dividen en 4 secciones como se muestra a continuación (la gráfica abajo).

Con el fin de lograr estos objetivos, se realizarán obras necesarias de dragado así:

- Cartagena ~ Calamar K90 (Incluyendo Canal del Dique): Dragado de 1.200.000m<sup>3</sup> (Presupuesto aproximado 12.000.000.000 pesos).
- Barranquilla ~ Calamar K90: Dragado de 450.000 m<sup>3</sup> (Presupuesto aproximado de 12.700.000.000 pesos).
- Calamar ~ Barrancabermeja: Dragado de 20.000.000.000 m<sup>3</sup> (Presupuesto aproximado de 45.000.000.000 pesos)
- Barrancabermeja ~ Puerto Salgar: Dragado de 1.550.000 m<sup>3</sup> (Presupuesto aproximado de 10.000.000.000 pesos).

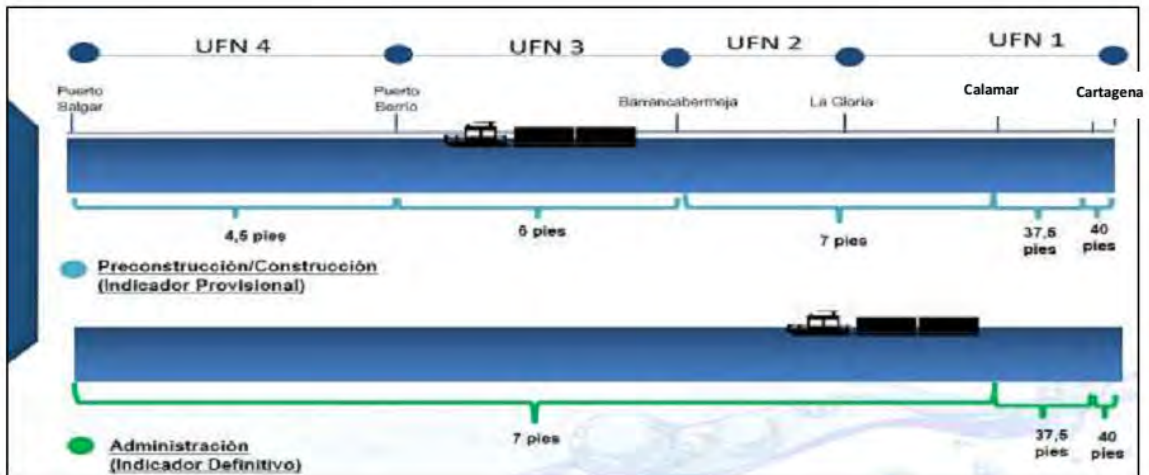


Figura 4.2.1 Plan de dragado para la navegabilidad del río Magdalena

③ Relación entre medidas contra la inundación y el plan de navegación

Para mantener la profundidad obtenida por el dragado, es necesario prevenir la acumulación de sedimentos de manera cotidiana. Esto se logra definiendo un canal navegable estrecho dentro del cauce, para que normalmente el flujo de agua se concentre en el canal principal, aumentando su capacidad de remover los sedimentos.

En CORMAGDALENA, como medida estructural con ese propósito, se planea construir “diques horizontales” como se presenta a continuación.

Observando los materiales de presentación, esta estructura es parecida a la que existe en Shingen Tsutsumi del Río Kamanashi. Sin embargo, esta parece ser baja y el borde superior queda encima de la superficie de agua bajo condiciones normales. Los diques horizontales tienen una estructura discontinua, que podría dispersar la energía de la inundación permitiendo que el agua inunde a través de las hendiduras entre los diques. Además, pueden prevenir que el agua de la inundación fluya hacia aguas abajo de una sola vez, y tienen el efecto de dejar fluir el agua gradualmente.

Al parecer la instalación no se ha realizado; sin embargo, en el futuro, cuando avance el estudio de las medidas contra inundación, será necesario estudiar impacto de estas estructuras aguas abajo.







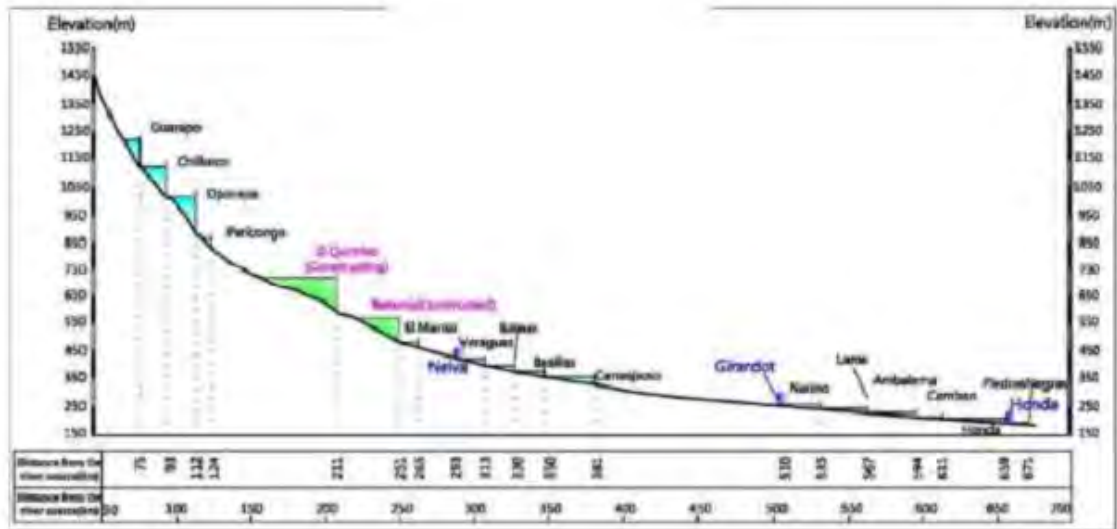


Figura 4.2.4 Sección Longitudinal de las series planeadas en el curso principal del Río Magdalena



## 5. Estudio de medidas para la reducción de daños de inundación

### 5.1 Medidas indicadas en el Plan Maestro (Plan Maestro)

En P/M, existe una mención general abajo escrita sobre las medidas de reducción del daño de inundación, refiriéndose principalmente a las medidas estructurales.

#### (1) Control de inundación con represas

Existe una mención del plan de represas elaborado por Holanda en los años 70. En ese entonces, existía un plan de construcción de un conjunto de represas que eran Betania, Holanda, Palmalarga, Sogamoso y Cauca-medio.

El área de agua era equivalente al 45% del área total del Río Magdalena, y se proyectaba la capacidad total de 48.000.000.000m<sup>3</sup>. El objetivo principal era la generación hidroeléctrica; sin embargo, en caso de considerar el uso de este conjunto de represas para el control de inundación, este sería de 19.000.000.000m, y para las inundaciones del período de retorno (W)1/4-1/20, se calculaba reducir el 4% del volumen total de inundación y el 5% del caudal pico de inundación.

En P/M, existe una mención de la necesidad de un estudio detallado sobre la capacidad del control de inundación de las represas.

#### (2) Retención de inundación con humedales y ciénagas

Los humedales y ciénagas alrededor del Río Magdalena, así como las represas, retienen la inundación, retardan la esorrentía al canal principal y reducen el caudal, contribuyendo a la reducción de daños de inundación.

El 68% de las ciénagas naturales colombianas existen en la cuenca del Río Magdalena, estos humedales y ciénagas componen un amortiguador natural entre las áreas desarrolladas y el río.

Como los humedales y ciénagas en la cuenca del Río Magdalena cumplen con un papel más importante que las represas artificiales existentes en cuanto a la retención de inundación, su conservación de manera natural es una de las medidas viables tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

✘ Dentro de las medidas de reducción del daño de inundación incluidas en P/M, la retención de inundación con humedales y ciénagas es una opción viable y efectiva. Para ello, una medida de conservación que los incluya es indispensable. Aunque no existe una mención concreta en P/M, se logró realizar discusiones concretas con la C/P que incluye al Ministerio de Medio Ambiente y otras entidades relevantes como CIRMAG en este proyecto. Cormagdalena ha formulado un Plan de Restauración de Humedales y Ciénagas con importancia reguladora entre otros criterios. La ejecución de este plan se realiza con las autoridades ambientales y locales.

⇒ Referirse a la Ronda en la próxima página.

### (3) Diques

Protección contra inundación con diques es la medida más directa, con la cual se puede proteger la ciudad objeto de manera directa contra inundación. Por lo tanto, los diques se consideran como una medida efectiva y viable. Especialmente en la cuenca baja donde el número de residentes supera 900.000, es inevitable depender de la protección directa que ofrecen los diques y la retención de inundación con humedales y ciénagas para la reducción de daños de inundación.

Para finales de 2004, se construyeron 125 diques sobre el Río Magdalena.

... Por falta del IFMP-RP, se asume que estos diques son estructuras instaladas según el criterio local de cada punto.

En P/M, se mencionan 17 puntos abajo descritos como una propuesta de ubicación para la construcción de nuevos diques. Su objetivo es “prevención de inundación y reducción de daños en áreas urbanas” así como ocio y recreación. Por lo tanto, se propone “utilizar varios tipos de diques”.

✘ En este proyecto también se considera que medidas contra inundación con diques son efectivas y viables como una opción de “protección local”. Cabe mencionar que los puntos propuestos en P/M, coinciden en su mayoría con los puntos que sufrieron daños de inundación identificados en el taller de este proyecto.

Tabla 5.1.1 Áreas sugeridas para la construcción de los diques 【P/M】

S/N	Ciudad	Visión General del Proyecto	Inversión (billones de Pesos)
1	Pinillos	1. Construir un nuevo dique de 1281m de largo con materiales de la zona , 2. Construir 7 diques rectos con materiales de la zona con el fin de controlar la situación a lo largo de la situación de deposición de los bancos.	0.723
2	Magangué	1. Distrito Barrio Samarkanda: Construya un dique nuevo de 1435m largo con materiales importados y proteger los taludes con adoquines , la construcción de dos estaciones de bombeo; construir una llanura de inundación de la pared de concreto - 80m de largo y un muro de hormigón 70m de largo reforzado para revestimiento . 2 . Dique de inundación en la zona sur : Construir un muro de hormigón de inundaciones de 620m de largo y reforzado con el uso de materiales importados para reforzar las pistas existentes de K1 360 de K1 980 . Utilizar guijarros suaves para pavimentar una zona de protección de taludes de 620m de largo. 3. Distrito Chorro: Usar 300 m <sup>3</sup> de grava para pavimentar una zona de protección de taludes.	8.458
3	Puerto Wilches	1. Construir una fábrica de protección de taludes de concreto de 300m de largo a lo largo de la orilla del río y construir un dique de control de inundaciones de 3600m de largo entre la ciudad de Guayabo y el canal de drenaje. Construir ataguías para el canal de drenaje existente para permitir geotextil ser utilizado para construir un nuevo dique de 300 metros de largo para el canal de rebose. 2. Ciudad de Carpintero: Construir un nuevo dique de control de 3.323 m de longitud de inundación con materiales de la zona, 3. Centro de Puerto Wilches: Añadir tablonces de hormigón armado para los muros de contención existentes y aumentar algunas partes de las paredes a lo largo de los tramos. Construir una pared de inundación de concreto ordinaria de 595m de	7.740
4	Calamar	1. Barranca Vieja: Reforzar y reconstruir los diques existentes y aumentarlos a 10,25 m, totalizando 1.800 m de longitud. Construir nuevas estaciones de bombeo. 2. Centro del sueño: construir un nuevo muro de inundación de 280m con una altura d 1,5 m a 1,8 m. Reforzar y reconstruir los diques existentes y aumentar a 9,55 m, totalizando 240 m de longitud. 3. Distrito Brisas: Construir una pared de inundación de concreto ordinaria de 700m de largo con una altura de 1,5 m a 1,8 m. Reforzar y reconstruir los diques existentes y aumentarlos a 9,8 m, totalizando 380 m de longitud .	2.540

5	Río Viejo	<p>1. Canal de Drenaje Victoria: 1. Construir un dique contra inundaciones de 130m de largo para el canal de drenaje con materiales importados. Este dique se conectará con el dique de inundación existente. Reforzar las instalaciones existentes y establecer la paja de tallo corto en la superficie. La duración de las obras de refuerzo es de 270 m .</p> <p>2. Dique de inundación para el muelle del ferri de Victoria a Río Viejo: Construir un dique contra inundaciones de 4400 m de largo con materiales importados .</p>	7.055
6	La Gloria	<p>1. Orillas del río en el centro: Construir una pared de inundación de concreto ordinaria de 915m de largo según la elevación diseñado. Reforzar los muros de contención de 72m de largo y aumentar las instalaciones existentes a la nueva elevación de diseño .</p> <p>2. Orillas del río Palomar: Extender los canales de drenaje existentes con materiales importados, totalizando 1.750 m de longitud. Elevarlos a la nueva elevación de diseño y establecer paja de tallo corto en sus superficies.</p> <p>3.Orillas del Río Marquetalia: Extender los canales de descarga con materiales locales, totalizando 726.9 m de longitud. Elevar a la nueva elevación de diseño y establecer paja de tallo corto en sus superficies.</p>	3.132
7	Regidor	<p>1. Centro de Regidor: Construir una estructura de control de la erosión de 220m de largo, construir un nuevo dique de inundación de 700m de largo con materiales importados y construir un dique enfoque de 200m de largo en la puerta eléctrica.</p> <p>2. Diques de inundación en áreas entre Regidor y Victoria: Construir diques de inundación con materiales importados,</p>	3.602
8	Guamal	<p>Puerto Rangel: Reforzar los diques de inundación existentes, totalizando 2.800 m de longitud.</p> <p>2. Obras de control de inundaciones en la zona residencial del Puerto Rangel: Establecer pilotes de madera y allanan la grava en las laderas de los canales de 428 m de longitud.</p>	2.850
9	El Banco	<p>1. Ciudad Cerrito: Reforzar el muro de corte de 75 m de largo y de la pared de hormigón reforzado de 760 m de longitud existente. Usar materiales locales para construir un dique contra inundaciones e 460m de largo.</p> <p>2.Mata de Caña : Reforzar el dique de inundación de 800m de largo con materiales importados seleccionados y construir un nuevo dique de 1.100 m de largo de inundación con materiales locales.</p>	2.291
10	Plato	<p>Canal que pasa entre la esclusa y Camargo: Construir un muro de inundación de hormigón ordinario de 107.7m de largo y reforzar los muros de contención en las laderas. Puerto Chalupas: Construir un nuevo dique de inundación de 130m de largo con materiales importados. Reforzar el dique de inundación del Puerto Chalupas para lograr un ancho de cresta de 7 m y una longitud de 118 m. Además, construir pavimentos rígidos, plataformas y escaleras en los diques reforzados inundaciones y construir zanjas de bombeo y estaciones de bombeo eléctricos en las estructuras reforzadas.</p> <p>2. Canal del río de Camargo a Estación de Policía: Construir un nuevo dique de 100 metros de longitud con materiales importados y construir un cinturón protector de 94m de largo con pilotes de madera.</p> <p>3. Cauce del río entre la comisaría y la estación de ECP inicial: Reforzar el dique de 1316.44m de largo con materiales importados. Reforzar el dique de inundación cerca de la estación de policía que es vulnerable a las inundaciones mediante la instalación de pilotes de madera de 10m de altura y reforzar el cinturón protector de 67m de largo.</p> <p>4. Pekín: Construir un nuevo canal de drenaje de 120m de largo.</p> <p>5. Iguanera: Construir un nuevo canal de drenaje de 140m de largo.</p> <p>6. San Rafael: Reforzar los 260 m de longitud del dique de inundación con materiales importados y construir una nueva tubería de hormigón de 110m de largo y un sistema de bombeo de agua de lluvia</p>	4.605
11	El Piñón	<p>1. Construir un nuevo dique de 2.140 m de largo con materiales importados a lo largo del cauce del río en la parte noreste de la ciudad.</p> <p>2. Construir un nuevo dique de 500 metros de longitud con materiales importados a lo largo del cauce del río en la parte norte del centro de la ciudad para conectar a Salamina.</p> <p>3. Construir un dique nuevo de 2440 m de longitud dique en la parte sur del centro de la ciudad.</p>	3.244
12	Remolino	<p>1.Centro: Reforzar el dique de inundación a lo largo del cauce del río en el sur , que se extiende a la ciudad de Salamina y la longitud de refuerzo es de 1.450 m</p> <p>2 . Construir un nuevo dique de inundación de 900m de largo con materiales importados.</p> <p>3 . Construir un dique de 9KM de longitud del centro de Renegado con materiales importados.</p>	4.590
13	Tamalameque	<p>Reforzar el dique contra inundaciones de la zona residencial de Alegre para el Distrito de Jobo, totalizando 5.600 m de longitud.</p>	3.030
14	Yondó	<p>1. Construir un nuevo dique de 860m de longitud con materiales importados. Instalar puertas de control de volumen de descarga y construir canales de drenaje.</p> <p>2. San Luis: Proteger las orillas del río con gaviones. Construir un dique contra inundaciones en la parte superior de la estructura de protección de taludes. Construir zanjas de drenaje en los alrededores para controlar el drenaje de agua de lluvia. Construir muelles de concreto en los portales de las comunidades a lo largo de los bancos.</p> <p>3. Puerto Casabe y áreas del Puerto Mangos: Construir un dique de 1.060 m de longitud con materiales importados. Reforzar los diques de inundación existentes con materiales locales, totalizando 315 m de longitud . Construir un dique de enfoque con materiales de la zona , totalizando 377m de largo. Construir esclusas para controlar el volumen de descarga</p> <p>Caice de R+op Plazitas- Uvero</p>	3.610
15	Ponedera	<p>1. Reforzar las obras de control de inundaciones del canal del río entre 800 k2 y k4 268 con materiales importados. 2. Construir dos nuevas alcantarillas y proporcionar puertas para ellas.</p>	2.435
16	Peñón	<p>1. Construir un nuevo dique de inundación entre Humareda y Totumos y reforzar los diques de inundación existentes.</p> <p>2. Ultimo Caso: Construir un dique de inundación de 320 m de longitud, con materiales de la zona y reforzar el dique de inundación entre Peñón y Humareda, totalizando 1.500 m de longitud</p>	2.913
17	B/rmeja	<p>Ciudad de San Rafael</p> <p>Construir una nueva estructura de protección de taludes de 150m de largo. Establecer pilotes de madera a lo largo de la orilla del río de 150 m de largo y pavimentar una capa de grava de 120 metros de longitud para reforzar la estructura de protección de taludes. Pavimentar una capa de grava de 150 metros de longitud para reforzar el dique del río. Instalar una estructura de gaviones de 855 m³ a lo largo de las laderas y allanar 1.183 m³ de piedras de piedra para proteger las pistas. Construir un muro de inundación de concreto ordinario de 110 m de longitud.</p>	0.782



## 5.2 Medidas de conservación de humedales y ciénagas (Resultado de este proyecto)

(1) Reglamentos actuales: Ronda Hídrica

Como se ha descrito en la sección 1.3, en Colombia existe un decreto que reglamenta la administración de zonas aledañas al río (Ronda Hídrica):

Decreto 2811 de 1974 Artículo 83 D:

Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.

La Ronda Hídrica se definió de esta manera, y se entiende como una zona que consta del “ancho normal del río + 30m”, en la cual se regulan actividades como desarrollo urbano y construcción entre otras. Este concepto es la base de la administración del río relacionada con inundaciones.



Figura 5.2.1 Ronda Hídrica

① Objetivo del decreto (sin considerar las inundaciones), actividades prohibidas dentro de los 30m

DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974 se llama Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, y su objetivo es la protección del medio ambiente, ya que en el artículo 1 se estipula que “El ambiente es patrimonio común”.

El término “inundación” aparece una vez en el artículo 306; sin embargo, se observa que no tenía intención ninguna de utilizarla en el contexto de medidas contra la inundación.

Artículo 306: En incendio, inundación, contaminación u otro caso semejante, que amenace perjudicar los recursos naturales renovables o el ambiente se adoptarán las medidas indispensables para evitar, contener o reprimir el daño, que durarán lo que dure el peligro.

## ② Definición de los 30m

También se menciona en el Artículo 83 D que el área de 30m de ancho como patrimonio público.

Decreto 2811 de 1974 Artículo 83 D: Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.

En esta sección no existe explicación sobre la manera en que se definió el área de 30m, y en el artículo 11 del decreto 1541 de 1978, se agregó la definición del cauce natural como “sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias”.

Cabe mencionar que no existe la definición de “crecientes ordinarias”.

## ③ Actividades prohibidas dentro de los 30m

Artículo 86: Toda persona tiene derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia y las de sus animales, siempre que con ello no cause perjuicios a terceros. El uso deberá hacerse sin establecer derivaciones, ni emplear máquina ni aparato, ni detener o desviar el curso de las aguas, ni deteriorar el cauce o las márgenes de la corriente, ni alterar o contaminar las aguas en forma que se imposibilite su aprovechamiento por terceros.

...Luego se agregó la prohibición de desarrollo urbano y construcción.

Aquí aplica más el siguiente concepto establecido en el Decreto 2811 de 1974: Artículo 204 “se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque.”

Como no se encuentran ejemplos reales de restricción de construcción y desarrollo dentro de la franja de 30m en el Río Magdalena, se presentará un ejemplo de Bogotá.

<http://ambientebogota.gov.co/normatividad2>

Acuerdo 6 de 1990 Alcaldía Mayor de Bogotá-Concejo de Bogotá  
Se define la ronda hidráulica como: "la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea del borde del cauce permanente de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y canales, hasta 30 metros de ancho, que contempla las áreas inundables para el paso de crecientes no ordinarias y las necesarias para la rectificación, amortiguación, protección y equilibrio ecológico, las cuales no pueden ser utilizadas para fines diferentes a los señalados, ni para desarrollos urbanísticos y viales"

El artículo 78 del Decreto Distrital 190 de 2004, define Ronda hidráulica y Zona de Manejo y Preservación Ambiental, en los siguientes términos:

"Ronda hidráulica: Zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica".

"Zona de manejo y preservación ambiental: Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico".

Tales definiciones están en consonancia de lo establecido en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 (ronda hídrica= faja de hasta 30 metros a partir del cauce permanente + área de conservación y protección aferente).

#### ④ Quién acota la Ronda Hídrica

Artículo 206 de la Ley 1450 de 2011  
Le otorga a la CAR la autoridad de acotar la Ronda Hídrica (área)

#### ⑤ Sanciones

Artículo 104 de la Ley 388 de 1997.  
Se aplicarán multas para quienes parcelen, urbanicen o construyan en zonas de protección ambiental como la ronda (=30m).

Esto fue el resumen de la Ronda Hídrica.

#### (2) Problemas en la administración de llanuras inundables

Para el control de inundación de un río tan ancho que posee grandes llanuras inundables sin diques como el Río Magdalena, una de las medidas viables es retener la inundación en las llanuras inundables y reducir el caudal y daños de inundación.

Para este efecto, “administración de llanuras inundables = restricciones de uso de suelo” es bastante importante. Este punto se ha confirmado tanto en P/M como en los talleres realizados en este proyecto.

Como base legal para realizar esto, la interpretación de la Ronda Hídrica basada en el decreto 2811 es importante.

También se confirmaron las situaciones reales con el Sr. Cesar Garay de CIRMAG en el estudio del campo, y se expresaron las siguientes preocupaciones:

- Para su concepto la definición de “el cauce natural + 30m” no es apropiada para un río que posee un gran ancho del cauce y de la inundación.
- Aunque se supone que el área del ancho normal del cauce + 30m debe ser bajo la jurisdicción de CORMAGDALENA, existen varias restricciones a la hora de administrarla en realidad.

Teniendo en cuenta lo arriba descrito,

- ... El gran desafío es revisar la Ronda Hídrica desde un punto de vista de protección contra inundación.
- ... Esto incluye la revisión del acotamiento de la Ronda de 30m como una observación proveniente del administrador real.

### (3) Nuevos esfuerzos

Según el Ministerio de Medio Ambiente, se está avanzando en la revisión de la Ronda teniendo en cuenta las experiencias de la inundación de 2010-2011.

Los puntos clave de este proceso son los siguientes:

- Se acotará la Ronda Hídrica desde los puntos de vista hidrológico (inundaciones), ecosistémico y geomorfológico,
- Se definirá la Ronda Hídrica utilizando la línea envolvente de los tres elementos arriba descritos.
- La zona entre la Ronda Hídrica anterior y la nueva Ronda quedará como zona de conservación.
- En cuanto al punto de vista hidrológico (inundaciones), se tiene en cuenta la inundación del periodo de retorno de 25 años (cálculo en proceso).

Se avanza el proceso de legalización. La gráfica que resume estos conceptos se presenta a continuación:

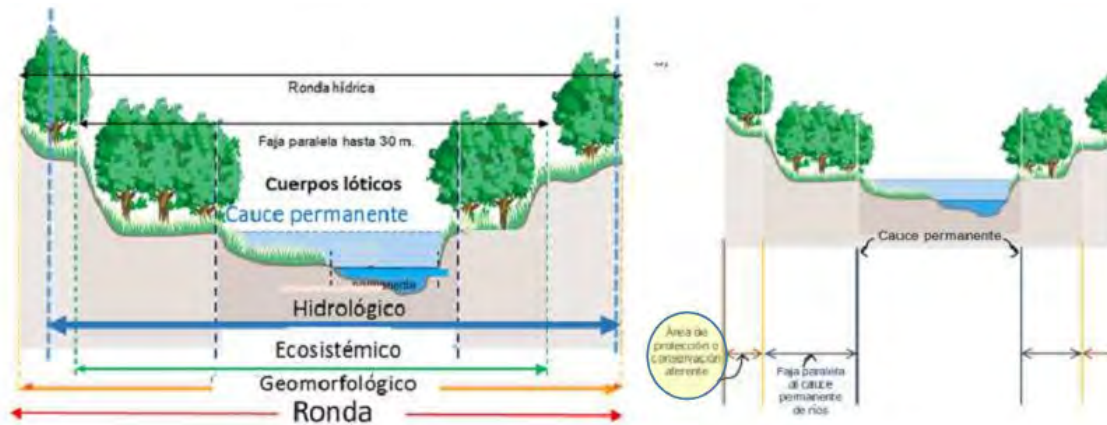


Figura 5.2.2 Ronda Hídrica teniendo en cuenta 3 elementos/  
Definición de la zona de conservación

A la derecha se presenta un ejemplo en Puerto Wilches elaborado por el Ministerio de Ambiente.

Es importante mencionar que en este ejemplo no fue hecho el análisis ecosistémico (vegetación ribereña) al considerar que esta incorporado en el análisis geomorfológico e hidrológico. Tal análisis será después de las medidas de manejo ambiental (en este caso en particular)

- Rojo** : Envoltente : Ronda Hídrica (nuevo)
- Verde** : Hidrológico (Inundaciones), según el área de inundación con período de retorno de 25 años
- Azul** : Ecosistémico (Cauce permanente)
- Morado** : Geomorfológico



Figura 5.2.3 Un ejemplo de la delimitación de la Ronda Hídrica (nuevo) en Pto. Wilches

#### (4) Esfuerzos adicionales

En la discusión con la C/P, se logró una comprensión mutua en cuanto a la administración de llanuras inundables con el fin de reducir los daños de inundación.

Por otro lado, en opinión de algunos, los reglamentos legales no son suficientes para crear medidas de administración de llanuras inundables efectivas.



Concretamente, se propusieron las siguientes ideas que incorporan incentivos económicos (Sr. Cesar Garay, CIRMAG).

- Sistema de subsidio para los agricultores en las llanuras inundables
- Introducción de seguro de inundación

Se expresaron las siguientes ideas y opiniones.

① Medidas deseadas (ideas) ...Introducción de incentivos económicos

#### a. Actividades prohibidas o restringidas

- Construcción de vivienda
- Corte de subsidio agrícola
- Prohibición de actividades que obstaculizan el flujo de inundación: sanciones y multas

#### b. Incentivos

- Subsidio para reubicación de vivienda y cultivos
- Subsidio para la construcción resistente al agua

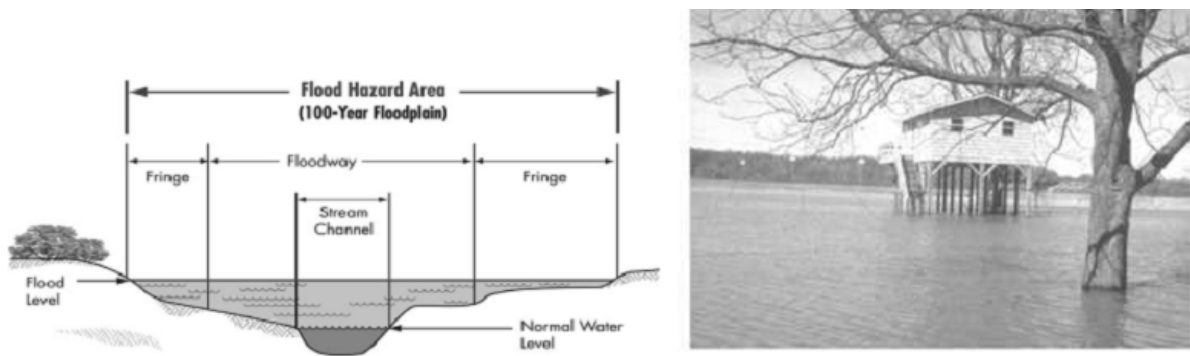


Figura 5.2.4 Área de Amenaza de la Inundación en el sistema de seguros de Estados Unidos (Izquierda), Se permiten construcciones pequeñas en el sistema de seguros (Derecha)

En cuanto a la introducción de incentivos, esto es fuera del marco de este proyecto y no se llegará a una conclusión. Sin embargo, se considera que es un tema importante para la administración de ríos grandes como el Río Magdalena.

Especialmente el intercambio de información sobre el sistema de seguro de inundación de los EEUU (National Flood Insurance Program: NFIP, siglas en inglés) con el ejemplo del Río Mississippi que tiene una administración relativamente similar, será útil para la administración de río en adelante. Por lo tanto, el intercambio de opiniones con respecto a este tema en los talleres continuará según la necesidad.

Apéndice-7 Plan de trabajo para la formulación de IFMP-RP (plan principal) para el Río Magdalena



Apéndice-8 IFMP-SZ (plan provisional) en la cuenca de Río Negro

Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)  
Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastre (UNGRD)  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)  
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)  
Departamento de Cundinamarca  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

# **Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo del Riesgo de Inundaciones en la República de Colombia**

**Plan de la Gestión Integral del Riesgo de  
Inundaciones para Subzona (IFMP-SZ) en la  
Cuenca de Río Negro**

Junio 2018

# Contenidos

Lista de figuras y contenidos

	página
<b>0. Perfil y resumen del proyecto .....</b>	<b>0-1</b>
<b>1. Resumen del trabajo.....</b>	<b>0-1</b>
1.1 Plan Integral para la Gestión del Riesgo de Inundaciones para Subzona (IFMP-SZ).....	0-1
1.2 Proceso de IFMP-SZ .....	0-1
1.3 Necesidades en los Planes de ordenación y manejo de cuenca - POMCA .....	0-2
1.4 Concepto de la Ronda Hídrica .....	0-3
1.5 Significado de la Planeación del Río.....	0-5
1.6 Alcance del Proyecto de JICA .....	0-6
<b>2. Descripción General .....</b>	<b>0-6</b>
2.1 Objetivo y contenidos de IFMP-SZ en la cuenca de Río Negro .....	0-6
2.2 Planes de nivel superior.....	0-7
<b>A. Características del río .....</b>	<b>A-1</b>
<b>1. Características sociales.....</b>	<b>A-1</b>
1.1 Lista de municipios en la cuenca.....	A-1
1.2 Población.....	A-2
1.3 Producto Agrícola .....	A-3
1.4 Producto Industrial .....	A-3
1.5 Producto minero .....	A-4
1.6 Condiciones del Uso de Suelo.....	A-6
1.7 Condiciones ambientales incluyendo ecosistema.....	A-8
1.8 Condiciones de uso del agua .....	A-11
<b>2. Topografía y condiciones del río.....</b>	<b>A-14</b>
2.1 Delimitación de la cuenca del Río Negro.....	A-14
2.2 Análisis Hipsométrico .....	A-15
2.3 Sección transversal del río.....	A-17
2.4 Perfil longitudinal del cauce.....	A-19
2.5 Perfil longitudinal del ancho del cauce .....	A-22
2.6 Perfil longitudinal de la capacidad de flujo del cauce.....	A-23
2.7 Condiciones geológicas.....	A-25
<b>3. Hidrología e hidráulica.....</b>	<b>A-29</b>
3.1 Condiciones meteorológicas e hidrológicas generales.....	A-29
3.1.1 Condiciones meteorológicas e hidrológicas generales .....	A-29

3.1.2	Condiciones de la observación hidrológica.....	A-30
3.2	Niveles del agua y caudal en las estaciones hidrológicas principales .....	A-36
3.3	Precipitación diaria en las estaciones principales.....	A-38
<b>4.</b>	<b>Daños de inundación .....</b>	<b>A-42</b>
4.1	Inventario de los desastres pasados de inundación en la cuenca de Río Negro .....	A-42
4.1.1	Ubicación y frecuencia de los desastres pasados relacionados con el agua .....	A-42
4.1.2	Eventos pasados principales de inundación .....	A-45
4.2	Análisis detallado de la relación entre los eventos de inundación y condiciones hidrológicas en la cuenca de Río Negro.....	A-49
4.2.1	Condiciones hidrológicas en los eventos de inundación .....	A-49
4.2.2	Relación entre condiciones hidrológicas pasadas y la ocurrencia de eventos de inundación.....	A-54
4.2.3	Condiciones reales de inundación en varias locaciones basado en el estudio de inundación.....	A-60
<b>5.</b>	<b>Reconocimiento de Río Negro.....</b>	<b>A-66</b>
<b>B.</b>	<b>Planeación de IFMP-SZ .....</b>	<b>B-1</b>
<b>1.</b>	<b>Directrices básicas para la formulación de IFMP-SZ .....</b>	<b>B-1</b>
<b>2.</b>	<b>Tramo objetivo.....</b>	<b>B-2</b>
<b>3.</b>	<b>Definir la escala de diseño.....</b>	<b>B-5</b>
3.1	Modelación precipitación-escorrentía .....	B-6
3.2	Definir el caudal de diseño.....	B-6
3.3	Consideración de condiciones futuras.....	B-7
3.4	Definir la escala de diseño .....	B-7
<b>4.</b>	<b>Caudal objetivo .....</b>	<b>B-8</b>
<b>5.</b>	<b>Evaluación del área de amenaza de inundación .....</b>	<b>B-8</b>
<b>6.</b>	<b>Esquema de control de inundaciones.....</b>	<b>B-11</b>
<b>C.</b>	<b>Programa de implementación.....</b>	<b>C-1</b>
<b>1.</b>	<b>Medidas estructurales .....</b>	<b>C-1</b>
1.1	Córdoba.....	C-3
1.2	El Dindal .....	C-14
1.3	Útica.....	C-21
<b>2.</b>	<b>Medidas no estructurales .....</b>	<b>C-32</b>
2.1	Mapas de reducción de riesgo de desastre (DRR).....	C-32
2.2	Sistema de alerta temprana.....	C-34
2.2.1	Posición del sistema de alerta temprana de inundación como medidas contra inundaciones en IFMP-SZ.....	C-34

2.2.2	Características de los daños de inundación en la cuenca de Río Negro .....	C-34
2.2.3	Retos relacionados con el pronóstico, alerta y evacuación .....	C-35
2.2.4	El objetivo y el concepto del desarrollo del sistema de alerta temprana.....	C-37
2.2.5	Formulación del plan basado en los 4 elementos del sistema de alerta temprana.....	C-38
2.3	Regulación del uso de suelo incluyendo el manejo de llanuras inundables .....	C-50
2.4	Desarrollo y mejoramiento del sistema de respuesta a emergencias durante la inundación .....	C-53
<b>3.</b>	<b>Evaluación integral.....</b>	<b>C-54</b>
<b>4.</b>	<b>Plan de monitoreo .....</b>	<b>C-60</b>
<b>5.</b>	<b>Cronograma de implementación .....</b>	<b>C-63</b>
<b>D.</b>	<b>Repartición de responsabilidades para la planeación de IFMP-SZ.....</b>	<b>D-1</b>
<b>1.</b>	<b>Situación actual y problemas.....</b>	<b>D-1</b>
<b>2.</b>	<b>Discusiones en los talleres .....</b>	<b>D-2</b>
2.1	Talleres 2015-2016.....	D-2
2.2	Taller realizado el 12 de octubre de 2017 .....	D-3
2.3	Taller realizado el 25 de octubre de 2017 .....	D-6
2.4	Taller realizado el día 14 de febrero de 2018 .....	D-8
2.5	Taller realizado el día 23 de febrero de 2018 .....	D-10
2.6	Taller realizado el 1 de marzo de 2018 .....	D-11
<b>3.</b>	<b>Asignación de responsabilidades en IFMP-SZ.....</b>	<b>D-13</b>
3.1	Repartición de responsabilidades para el estudio de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Magdalena .....	D-13
3.1.1	Estudio de medidas para la reducción del riesgo de inundaciones.....	D-13
3.1.2	Implementación de medidas para la reducción del riesgo de inundación .....	D-14
3.1.3	La tabla de la repartición de responsabilidades relacionada con la reducción del riesgo de inundaciones .....	D-14
3.2	Repartición de responsabilidades relacionadas con la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro.....	D-15
3.2.1	Estudio de las medidas para la reducción del riesgo de inundación.....	D-15
3.2.2	Implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación.....	D-17
3.2.3	La tabla de la repartición de responsabilidades relacionada con la reducción del riesgo de inundaciones .....	D-19
<b>E.</b>	<b>Revisión y actualización de IFMP-SZ.....</b>	<b>E-1</b>
<b>1.</b>	<b>Desarrollo en la situación actual y problemas actuales.....</b>	<b>E-1</b>
<b>2.</b>	<b>Revisión y actualización de IFMP-SZ.....</b>	<b>E-1</b>



## Lista de figuras

	página
Figura 1.2.1	Proceso de la formulación de IFMP ..... 0-2
Figura 1.4.1	Ronda Hídrica (área del río) ..... 0-4
Figura 1.4.2	Ronda Hídrica teniendo en cuenta los tres componentes físico-bióticos..... 0-4
Figura 1.1.1	Delimitación de la cuenca en el Departamento de Cundinamarca ..... A-1
Figura 1.1.2	División administrativa en la cuenca de Río Negro de los municipios del departamento de Cundinamarca ..... A-2
Figura 1.5.1	Distribución espacial de los títulos mineros existentes en la parte del norte en la cuenca de Río Negro..... A-4
Figura 1.5.2	Distribución espacial de los títulos mineros existentes en la parte central en la cuenca de Río Negro..... A-5
Figura 1.5.3	Distribución espacial de títulos existentes en la parte del sur en cuenca de Río Negro ..... A-5
Figura 1.6.1	Cobertura y uso del suelo en la cuenca..... A-7
Figura 1.7.1	Ecosistemas en la cuenca..... A-9
Figura 1.7.2	Zonificación ambiental en la cuenca ..... A-10
Figura 2.1.1	Delimitación de la cuenca de Río Negro ..... A-14
Figura 2.2.1	Mapa de elevación en la cuenca ..... A-16
Figura 2.2.2	Curva hipsométrica de la cuenca ..... A-17
Figura 2.3.1	Sección transversal típica del tramo alto de Río Negro..... A-18
Figura 2.3.2	Sección transversal típica del tramo medio de Río Negro..... A-18
Figura 2.3.3	Sección transversal típica del tramo bajo de Río Negro ..... A-19
Figura 2.4.1	Condición general del perfil longitudinal del Río Negro..... A-19
Figura 2.4.2	Altura del lecho del río y los bancos en el tramo alto de Río Negro ..... A-20
Figura 2.4.3	Altura del lecho del río y los bancos en el tramo medio de Río Negro ..... A-21
Figura 2.4.4	Altura del lecho del río y los bancos en el tramo bajo de Río Negro ..... A-21
Figura 2.4.5	Clasificación de cauces por pendiente en la cuenca de Río Negro..... A-22
Figura 2.5.1	Perfil longitudinal del ancho del cauce de Río Negro ..... A-23
Figura 2.6.1	Capacidad de flujo del cauce en el tramo alto de Río Negro..... A-24
Figura 2.6.2	Capacidad de flujo del cauce en el tramo medio de Río Negro..... A-24
Figura 2.6.3	Capacidad de flujo del cauce en el tramo bajo de Río Negro..... A-25
Figura 2.7.1	Condiciones geológicas en la cuenca..... A-26
Figura 3.1.1	Número y periodo de datos de precipitación diaria disponibles de las estaciones de IDEAM en la cuenca ..... A-32
Figura 3.1.2	Ubicaciones de estaciones meteorológicas e hidrológicas en la cuenca..... A-33
Figura 3.1.3	Número y periodo de datos del nivel de agua disponibles de las estaciones del nivel del agua de IDEAM y la CAR en la cuenca ..... A-35

Figura 3.1.4	Número y periodo de datos disponibles de caudal de las estaciones de IDEAM en la cuenca .....	A-35
Figura 3.3.1	Precipitación diaria probable en la cuenca .....	A-40
Figura 4.1.1	Eventos históricos de desastre por municipio basado en la base de datos del Departamento de Cundinamarca entre 2008-2015 en la cuenca.....	A-43
Figura 4.1.2	Eventos históricos de desastre por mes basado en la base de datos del Departamento de Cundinamarca entre 2008-2015 en la cuenca.....	A-43
Figura 4.1.3	Eventos históricos de desastre por municipio basado en la base de datos de DNP entre 1998-2016 en la cuenca .....	A-44
Figura 4.1.4	Eventos históricos de desastre por mes basado en la base de datos de DNP entre 1998-2016 en la cuenca .....	A-45
Figura 4.2.1	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en Córdoba .....	A-61
Figura 4.2.2	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en Córdoba .....	A-61
Figura 4.2.3	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en El Dindal.....	A-63
Figura 4.2.4	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en El Dindal.....	A-63
Figura 4.2.5	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en Puerto Libre .....	A-64
Figura 4.2.6	Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en Puerto Libre .....	A-65
Figura 2.1	Ubicaciones de áreas urbanas en cada municipio y los eventos pasados en la cuenca de Río Negro para la selección de las áreas o tramos objetivo.....	B-3
Figura 5.1	Mapas de inundación con 100 años de período de retorno en 7 áreas objetivo.....	B-9
Figura 5.2	Mapa de inundación con varios periodos de retorno en Córdoba.....	B-11
Figura 6.1	Posibles medidas contra inundación en el manejo integral de riesgo de inundaciones .....	B-12
Figura 1.1.1	Área de inundación en Córdoba.....	C-5
Figura 1.1.2	Influencia del tributario y el aumento del nivel del agua.....	C-6
Figura 1.1.3	Muro de contención en el municipio de Villeta .....	C-9
Figura 1.1.4	Relación de la ubicación del dique y las viviendas (Córdoba) .....	C-10
Figura 1.1.5	Resumen de la medida para mitigar inundaciones en Córdoba .....	C-11
Figura 1.1.6	Muro de contención (en forma de T inversa), sección transversal .....	C-12
Figura 1.1.7	Medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el área de Córdoba.....	C-13
Figura 1.2.1	Proximidad de Río Negro y las viviendas en El Dindal .....	C-14
Figura 1.2.2	Mecanismo de erosión del banco.....	C-15
Figura 1.2.3	Estructura de protección del banco de la orilla con concreto .....	C-16
Figura 1.2.4	Estructura de gaviones para la protección de orillas.....	C-17

Figura 1.2.5	Resumen de la medida para mitigar inundaciones en El Dindal .....	C-18
Figura 1.2.6	Gaviones y pretil, sección transversal.....	C-19
Figura 1.2.7	Medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el área de El Dindal .....	C-20
Figura 1.3.1	Propuesta de la ubicación de presas sabo en Quebradanegra .....	C-29
Figura 1.3.2	Perfil longitudinal del lecho de Quebradanegra .....	C-31
Figura 2.2.1	Posición del sistema de alerta temprana .....	C-34
Figura 2.2.2	Datos de desastres pasados en la cuenca de Río Negro .....	C-35
Figura 2.2.3	Ubicación de las estaciones (IDEAM) en la cuenca de Río Negro .....	C-36
Figura 2.2.4	Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana .....	C-37
Figura 2.2.5	Los 4 elementos del sistema de alerta temprana.....	C-38
Figura 2.2.6	Ejemplo del mapa de inundación.....	C-41
Figura 2.2.7	Ejemplo de señalización de la profundidad proyectada en Japón.....	C-41
Figura 2.2.8	Ejemplo de la estación de nivel automática.....	C-42
Figura 2.2.9	Ejemplo de nivel de peligro y datos de observación.....	C-43
Figura 2.2.10	Resultado del cálculo del tiempo de propagación entre las estaciones del nivel en la cuenca de Río Negro.....	C-45
Figura 2.2.11	Imagen de los puntos de instalación de la radio en la cuenca de Río Negro .....	C-47
Figura 2.2.12	Ejemplo del mapa de reducción de riesgo de desastres de inundación.....	C-49
Figure 2.3.1	Zona de conservación de las llanuras inundables .....	C-51
Figure 2.3.2	Río Negro cerca de Puerto Libre .....	C-51
Figure 2.3.3	Ubicación de las llanuras inundables aguas arriba de Puerto Libre.....	C-52
Figure 2.3.4	Imagen del Impacto de la retención de inundación .....	C-52
Figura 2.2.1	Proceso de la gestión del riesgo de inundación .....	D-3
Figura 2.3.1	Proceso de la gestión del riesgo de inundación .....	D-6

## Lista de tablas

	Página	
Tabla 2.1	Estructura del Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA) para la cuenca de Río Negro.....	0-7
Tabla 1.2.1	Población de los municipios en la cuenca de río negro (proyección para 2017).....	A-2
Tabla 1.6.1	Cobertura de suelo en la cuenca de Río Negro .....	A-6
Tabla 1.8.1	Demanda hídrica para uso doméstico en la cuenca de Río Negro .....	A-11
Tabla 1.8.2	Demanda hídrica por uso agrícola en la cuenca de Río Negro .....	A-12
Tabla 1.8.3	Demanda hídrica para uso pecuario en la cuenca de Río Negro.....	A-13
Tabla 1.8.4	Demanda hídrica total en la cuenca de Río Negro.....	A-13
Tabla 2.1.1	Información sobre las sub-cuencas de Río Negro .....	A-15

Tabla 2.2.1	Resultados del análisis hipsométrico en la cuenca .....	A-16
Tabla 2.7.1	Explicación de ítems clasificados/Leyenda del mapa de condición geológica en la cuenca .....	A-27
Tabla 3.1.1	Lista de estaciones meteorológicas en la cuenca .....	A-30
Tabla 3.1.2	Lista de estaciones de nivel del agua en la cuenca .....	A-34
Tabla 3.2.1	Lista del caudal máximo anual en las seis estaciones en la cuenca .....	A-37
Tabla 3.2.2	Caudal probable en estaciones hidrológicas principales en la cuenca .....	A-37
Tabla 3.3.1	Análisis de probabilidad de la precipitación diaria máxima anual y la precipitación diaria máxima histórica en las estaciones representativas en la cuenca .....	A-38
Tabla 3.3.2	Lista de precipitación diaria máxima anual y precipitación promedia máxima anual de la cuenca .....	A-41
Tabla 4.1.1	Lista de los desastres de inundación de gran escala en la cuenca.....	A-47
Tabla 4.1.2	Lista de los desastres de inundación de gran escala en la cuenca.....	A-48
Tabla 4.2.1	Relación entre alto volumen de precipitación promedio de la cuenca y el registro de inundaciones pasadas .....	A-54
Tabla 4.2.2	Relación entre el caudal anual máximo en Puerto Libre y el registro de inundaciones pasadas.....	A-55
Tabla 4.2.3	Caudales altos en toda la cuenca en las estaciones de IDEAM .....	A-56
Tabla 4.2.4	Niveles altos del agua en toda la cuenca en las estaciones de IDEAM .....	A-57
Tabla 4.2.5	Niveles altos de agua en toda la cuenca en estaciones de CAR.....	A-58
Tabla 4.2.6	Records Relación entre el nivel alto del agua y el caudal alto en toda la cuenca y el registro de inundaciones pasadas.....	A-59
Tabla 4.2.7	Hallazgos en los estudios de inundación en varios puntos .....	A-65
Tabla 2.1	Selección de los tramos objetivos / áreas objetivo para la planeación del río .....	B-4
Tabla 2.2	Población, Uso de Suelo y Plan de Desarrollo en Córdoba y El Dinal.....	B-5
Tabla 4.1	Caudal objetivo.....	B-8
Tabla 5.1	Área simulada con edificaciones en 7 áreas objetivo .....	B-10
Tabla 1.1.1	Condiciones del cálculo de flujo no uniforme .....	C-4
Tabla 1.1.2	Costos aproximados de la instalación del muro de contención .....	C-9
Tabla 1.3.1	Tipos de presas sabo .....	C-27
Tabla 1.3.2	Volumen de sedimentos captados .....	C-28
Tabla 1.3.3	Costos de construcción de las presas sabo en Quebradanegra.....	C-30
Tabla 1.3.4	Volumen de sedimentos escurridos en una inundación en la zona de arrastre de fondo (Área de cuenca 10km <sup>2</sup> , inundación de periodo de retorno de 50años).....	C-31
Tabla 2.2.1	Plan de desarrollo del sistema de alerta temprana en la cuenca de Río Negro .....	C-39
Tabla 2.2.2	Plan para el conocimiento del riesgo .....	C-39
Tabla 2.2.3	Plan de servicio de monitoreo y alerta.....	C-42
Tabla 2.2.4	Plan de difusión y comunicación .....	C-44
Tabla 2.2.5	Plan de capacidad de propuesta .....	C-48
Tabla 2.3.1	Impactos de la retención de las llanuras inundables .....	C-51

Tabla 2.1.1	Talleres relacionados sobre repartición de responsabilidades entre el gobierno central y gobierno regional para la gestión del riesgo de inundación.....	D-2
Tabla 2.1.2	Ideas sobre la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación.....	D-2
Tabla 2.2.1	Medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro (borrador).....	D-4
Tabla 2.3.1	Repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Magdalena (borrador).....	D-7
Tabla 2.3.2	Repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro (borrador) .....	D-7
Tabla 2.3.3	Repartición de responsabilidades relacionadas con la implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro (borrador) .....	D-8
Tabla 2.4.1	Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro (borrador).....	D-9
Tabla 2.5.1	Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Magdalena (borrador) .....	D-11
Tabla 2.6.1	Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro (borrador) .....	D-12
Tabla 3.1.1	Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el Río Magdalena (borrador) .....	D-15
Table 3.2.1	Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro (borrador).....	D-19
Tabla 1.1	Plan de trabajo para la formulación de una versión más concreta de IFMP-SZ en la cuenca del Río Negro.....	E-2

## 0. Perfil y resumen del proyecto

### 1. Resumen del trabajo

#### 1.1 Plan Integral para la Gestión del Riesgo de Inundaciones para Subzona (IFMP-SZ)

La Gestión integral del riesgo de inundaciones se orienta al estudio de los daños y las medidas contra inundaciones, con una visión integral de cuenca incluyendo entre otros aspectos la distribución de la población y de sus bienes, la fauna y flora, el uso del suelo, la distribución de la precipitación, la topografía y la geología entre otros aspectos. IFMP es un plan de las medidas que son productos de este proceso de estudio.

Este IFMP para subzona (IFMP-SZ) se elaborará con el apoyo de la Agencia Japonesa de Cooperación - JICA con base en el Plan de Río en Japón. El Plan de río en Japón se elabora estudiando las condiciones del río desde un punto de vista del control de inundación, el uso del agua y medio ambiente con una visión integral. El IFMP-SZ para la cuenca del río negro se elaborará enfocado en el control de inundación.

#### 1.2 Proceso de IFMP-SZ

El IFMP-SZ se elaborará siguiendo el proceso que se muestra en la gráfica a continuación.

1. Entender las características del río.
2. Determinar las directrices básicas del plan.
3. Determinar ítems en los planes (escala de diseño, etc.).
4. Estudiar y evaluar las medidas.

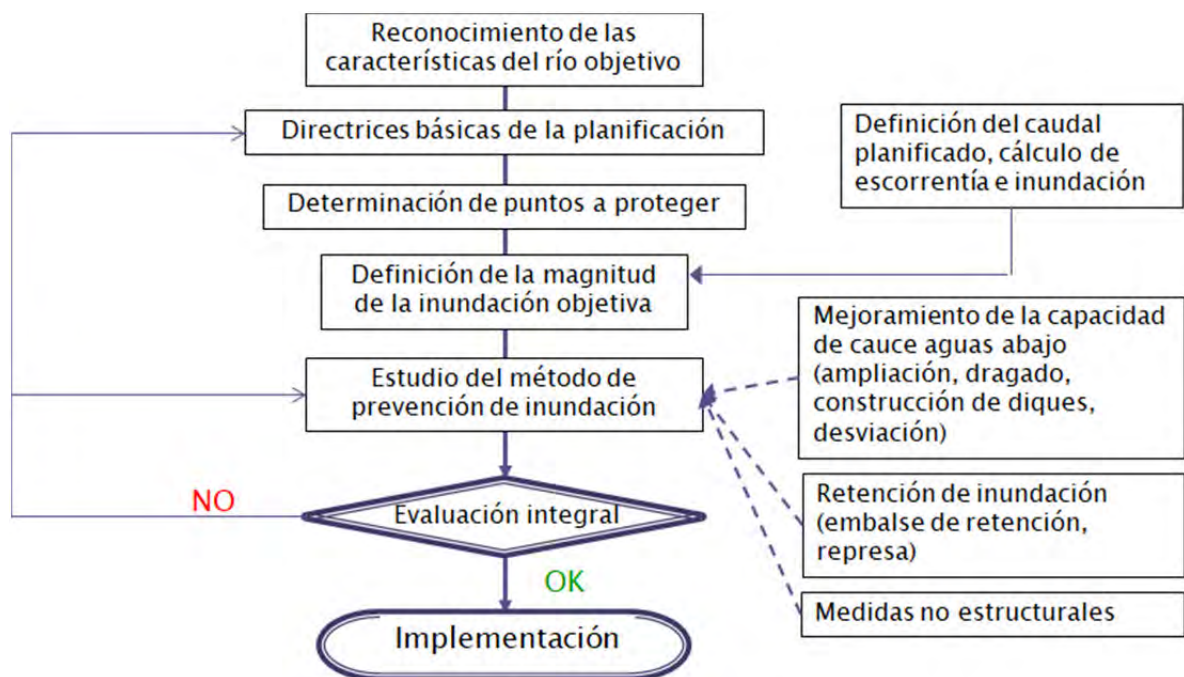


Figura 1.2.1 Proceso de la formulación de IFMP-SZ

El proceso arriba descrito se basa en los procesos de la formulación de plan de manejo del río. Como referencia, las características generales de planes de manejo del río en Japón son las siguientes.

- Se determinan el “caudal planificado” y los puntos para la construcción de medidas estructurales basados en metodologías y datos científicos
- Comprende y respeta las características naturales y sociales del río objetivo
- Considera el balance de importancia entre el río principal y afluentes
- Racionalidad económica basada en el análisis de costo-beneficio
- Un plan que tiene 20-30 años como plazo objetivo para completar las obras

Las características del contenido y la estructura del plan se muestran a continuación.

1. Se presentan no solamente el perfil del río sino también el perfil de la cuenca (topografía, geografía, industria, uso de suelo etc.)
2. Se presentan claramente las características de las inundaciones pasadas y los daños así como el concepto de control de inundación que ha venido siendo utilizado en la cuenca.
3. Se presentan claramente el tramo objetivo, el período y las metas del ordenamiento.
4. Se presentan claramente el propósito, el tipo y el lugar de implementación de las obras del río.
5. Para cada río, se presentan claramente los ítems únicos según las características del río. Por ejemplo, en un río con una producción agresiva de sedimentos, se agrega un ítem “control de sedimentos”, explicando la causa del producción de sedimentos y las relaciones que esta tiene con los daños de inundación.

### 1.3 Necesidades en los Planes de ordenación y manejo de cuenca - POMCA

Los POMCA son planes a ser formulados para cada cuenca, como parte de la política nacional de gestión integral de recursos hídricos publicado en marzo de 2010. Tiene como objetivo establecer las directrices para el uso y gestión sostenible de recursos naturales renovables, con el fin de conservar o reponer el balance entre el aprovechamiento de recursos y las estructuras físicas biológicas, además de formular las directrices de uso y ocupación de tierras en cuencas de acuerdo con los objetivos estratégicos, y finalmente acordar y formular los planes para cada cuenca.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la sección 5, artículo 2.2.3.1.5.1 del decreto 1076 de 2015, reglamentó los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, y mediante la resolución 1907 de 2013 expidió la guía metodológica para la formulación de los POMCA, en donde hizo un énfasis especial en la gestión del riesgo considerando que el país durante los años 2010 y 2011 presentó daños y pérdidas asociados con las inundaciones.

## 1.4 Concepto de la Ronda Hídrica

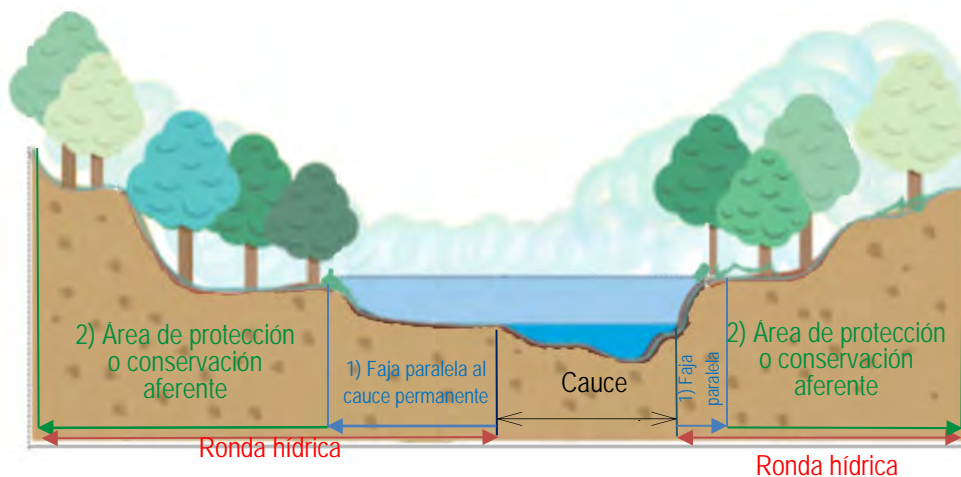
En Colombia existe un decreto que reglamenta la administración de zonas aledañas al río (Ronda Hídrica):

Decreto 2811 de 1974 Artículo 83 D:

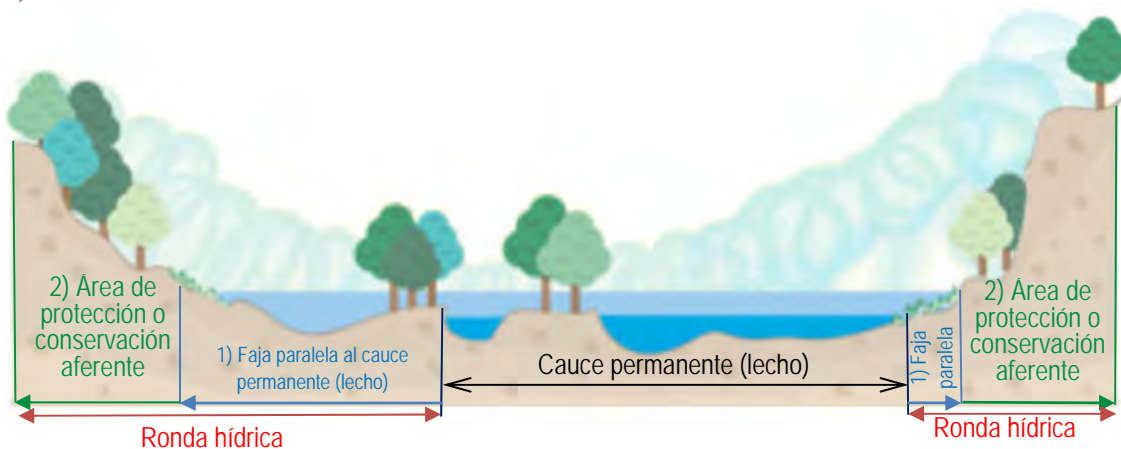
Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.

Considerando que dicha área de hasta 30 metros puede ser insuficiente en gran parte de los ríos colombianos en valles y llanuras, en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 se estableció que la ronda hídrica comprende “la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho, y el área de protección o conservación aferente”. En dicha zona se condicionan actividades como desarrollo urbano y construcción, usos del suelo, entre otras. Este concepto es la base de la administración del río relacionada con inundaciones.

a)



b)



Elementos constituyentes de la ronda hídrica de acuerdo con el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 para sistemas: lóticos (a) y lénticos (b). Imágenes adaptadas de FISRWG (1998).

Figura 1.4.1 Ronda Hídrica (área del río)



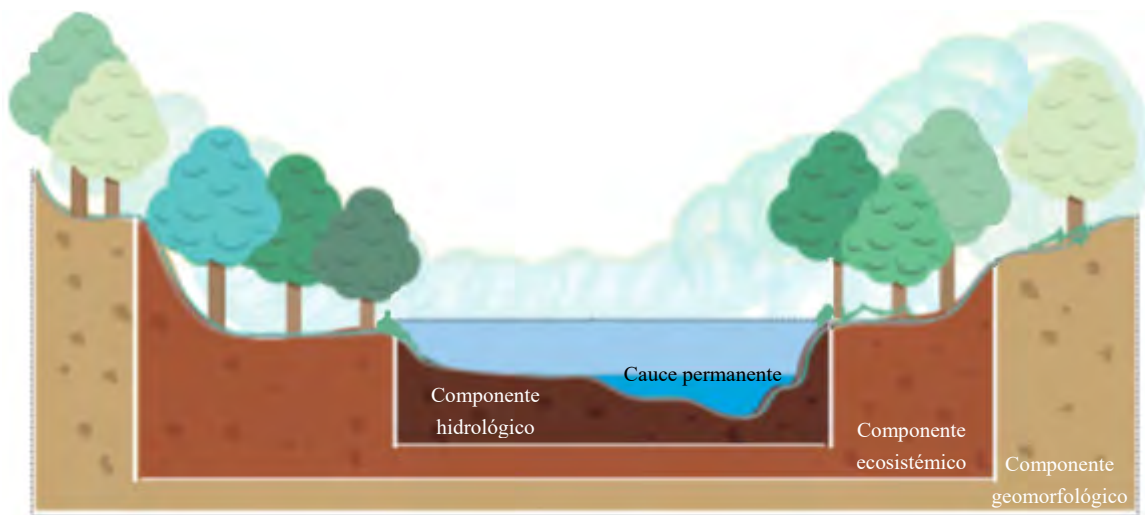
Se está avanzando en la revisión de la Ronda teniendo en cuenta las experiencias de la inundación de 2010-2011.

Los puntos clave de este proceso son los siguientes:

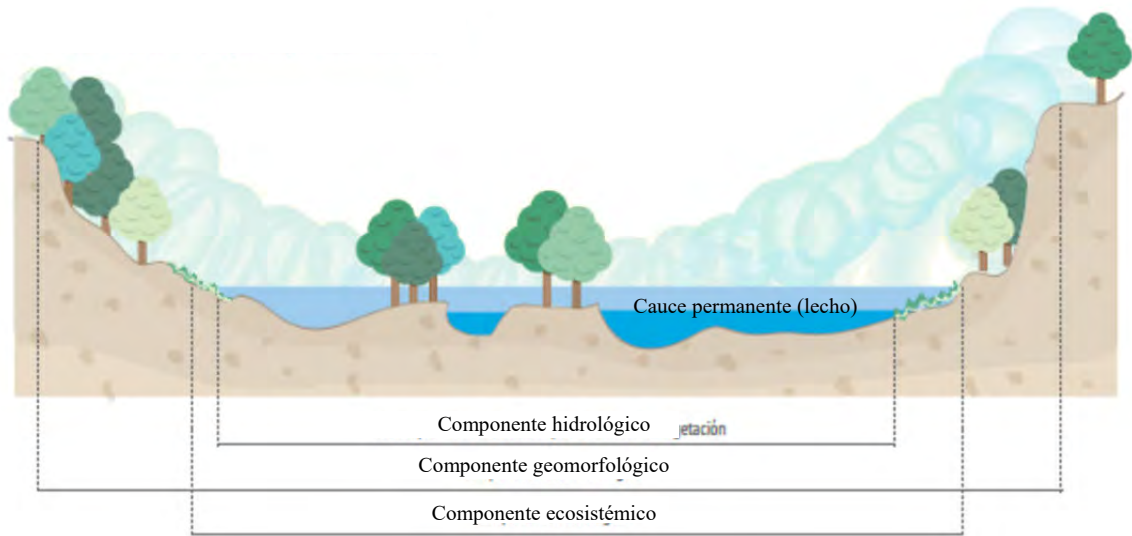
- Se acotará la Ronda Hídrica desde los puntos de vista hidrológico (inundaciones), ecosistémico (vegetación de ribera) y geomorfológico (aspectos morfoestructurales, morfogenéticos y morfodinámicos),
- Se definirá la Ronda Hídrica utilizando la línea envolvente de los tres elementos arriba descritos.
- La ronda hídrica se convierte en un área con objeto de conservación en la cual se pueden dar estrategias de preservación (e.g. mantenimiento de la cobertura boscosa nativa), restauración (recuperación de la vegetación nativa) o usos sostenibles (e.g. cultivos estacionales, infraestructura para la recreación pasiva).
- En cuanto al punto de vista hidrológico (inundaciones), se tiene en cuenta la inundación del periodo de retorno de 15 años (en sistemas no alterados en la morfología) y 100 años (en sistemas donde la llanura está densamente ocupada). En el último caso se utiliza el concepto de “vía de intenso desagüe” (floodway) de la FEMA de los Estados Unidos de América.

La guía fue expedida mediante la resolución 957 del 31 de mayo de 2018.

A continuación se presenta una figura que resume estos conceptos:



Componentes físico-bióticos para fijar el límite físico de la ronda hídrica en sistemas lóticos. Imagen adaptada desde FISRWG (1998).



Componentes físico-bióticos para definir el límite físico de la ronda hídrica en sistemas lénticos. Imagen adaptada desde FISRWG (1998).

Figura 1.4.2 Ronda Hídrica teniendo en cuenta los tres componentes físico-bióticos

### 1.5 Significado de la Planeación del Río

El plan de río se elabora para “la correcta gestión de la tierra y el agua, que son componentes importantes de la nación”.

En Japón para cada río principal se elaboran “Criterios técnicos para las obras del río” y “Plan de ordenamiento del río”, y se administran los ríos para el “control de agua”, “el uso del agua” y “ordenamiento y conservación del medio ambiente”.

Criterios técnicos para las obras del río : Se definen la inundación básica y las proporciones del caudal planificado de inundación con una visión de largo plazo y teniendo en cuenta el balance en todo el territorio nacional. Los ítems abstractos deben ser definidos de manera científica y objetiva. También se debe definir el estándar que garantice la seguridad del país para que los ciudadanos puede disfrutarlo de manera equitativa.

Plan de ordenamiento del río: Se definen los contenidos concretos del ordenamiento a largo plazo, de acuerdo con los Criterios básicos para las obras del río. Se aclaran las metas del ordenamiento del río en los próximos 20 a 30 años, detallando el contenido concreto del ordenamiento incluyendo obras individuales.

El IFMP-SZ para el presente proyecto tendrá en cuenta estos conceptos sobre la administración y planificación del río en Japón y se elaborará como un plan piloto con el fin de pensar en la administración y planificación del río en Colombia y el plan adaptado a las características de inundación en Colombia.

## 1.6 Alcance del Proyecto de JICA

El presente proyecto (el Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad de del Manejo del Riesgo de Inundaciones en la República de Colombia) tiene como meta superior “la reducción del riesgo de inundaciones en Colombia” y tiene como objetivo del proyecto “fortalecer las capacidades de las instituciones colombianas para la gestión del riesgo de inundaciones”. Los resultados esperados son los siguientes:

Resultado 1: Se fortalece la capacidad de evaluación del riesgo de inundaciones y se introduce el concepto de la planificación de la gestión integral del riesgo de inundaciones y del manejo de cuencas.

Resultado 2: Se fortalece la capacidad en el pronóstico de inundaciones, alerta y la difusión de la información para las organizaciones relevantes (principalmente para IDEAM y UNGRD).

Resultado 3: Se aclaran y fortalecen roles y responsabilidades del gobierno central y local para la reducción del riesgo de inundaciones (principalmente para UNGRD e IDEAM)

Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación del manejo de inundaciones a través de la formulación del plan de gestión integral del riesgo de inundaciones (IFMP, siglas en inglés) en la cuenca piloto.

El IFMP-SZ fue elaborado dentro de las actividades para el Resultado 4, y es un IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro, la cual fue seleccionada como cuenca piloto. El presente Proyecto no realizará actividades independientes de recolección de información nueva (medición de la sección transversal o levantamientos topográficos, etc.); básicamente se aprovechará al máximo la información preexistente. El IFMP-SZ se elaborará como plan provisional con el objetivo de que los participantes aprendan los procesos de la formulación, con las referencias para la formulación de los IFMP-SZs. Se debe tener en cuenta que con trabajos adicionales y los resultados de los mismos, se podrá elaborar el IFMP-SZ completo.

## 2. Descripción General

### 2.1 Objetivo y contenidos de IFMP-SZ en la cuenca de Río Negro

- Objetivo

Formular las medidas integrales para el control de las inundaciones para la cuenca de Río Negro la cual fue seleccionada como la cuenca piloto para este Proyecto. Debido a que el presente Proyecto no realizará actividades independientes de recolección de información nueva (medición de la sección transversal o levantamientos topográficos, etc.), básicamente se aprovecharán al máximo la información preexistente, así que el IFMP-SZ no se considerará como un plan terminado (plan completo), sino se considerará como un plan provisional, lo cual lo tendremos que tener en cuenta.

El IFMP-SZ se elaborará con la intención de que sus resultados sean articulados con el componente de riesgo en el pomca del río negro, actualmente en formulación..

- **Contenidos**

El IFMP-SZ tiene 5 componentes:

- 0. Perfil y resumen del proyecto: Resumen de IFMP-SZ y el contexto de la formulación del plan
- A. Características del río: Características de la cuenca y el río de Río Negro
- B. Planeación de IFMP-SZ: Directrices básicas del IFMP-SZ
- C. Programa de implementación: Medidas concretas contra inundaciones
- D. Repartición de responsabilidad para la planeación de IFMP-SZ: Repartición de responsabilidades para la implementación del IFMP-SZ
- E. Revisión y actualización de IFMP-SZ

## 2.2 Planes de nivel superior

Como instrumentos de nivel superior para el presente plan se identifica el POMCA del río Negro. A continuación se presentan algunos contenidos extraídos del pomca elaborado, antes de la inclusión obligatoria del componente de gestión del riesgo.

- **POMCA para la cuenca de Río Negro**

**Tabla 2.1 Estructura del Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA) para la cuenca de Río Negro**

Parte 1: Diagnóstico de subcuencas	Parte 2: Prospectiva y diseño de escenarios
Capítulo 1: Delimitación y localización de las cuencas	Capítulo 1: Objetivo y marco conceptual
Capítulo 2: Caracterización del medio físico	Capítulo 2: Diseño de escenarios
Capítulo 3: Caracterización del medio biótico	Capítulo 3: Formulación del plan de ordenamiento y manejo de la cuenca
Capítulo 4: Caracterización socioeconómica	
Capítulo 5: Uso y degradación de los recursos naturales	
Capítulo 6: Evaluación socioambiental	
Capítulo 7: Zonificación ambiental y reglamentación de uso	

Al leer el contenido concreto arriba descrito, no se encuentran muchas menciones sobre el río y las inundaciones. Las características del río dentro de la cuenca se encuentran en el Capítulo 1 y 2 de la Parte 1, y los contenidos concretos incluyen la delimitación de subcuencas (las subcuencas tienen divisiones más detalladas por tributario), características generales de la cuenca del tributario (área, longitud, etc.), características del río principal en la cuenca del tributario (la longitud, pendiente, etc), condiciones meteorológicas (precipitación, temperatura, humedad, transpiración, intensidad

de la radiación solar, etc.), información sobre las estaciones, caudal observado y probable, patrón de los flujos, demanda de agua, geología, hidráulica y calidad de suelo, etc. No se encontró información sobre las características de la inundación de la cuenca.

Otros contenidos relacionados al tema en otros capítulos incluyen la erosión, calidad de agua, situación actual y desafíos con respecto al saneamiento de agua en el capítulo 5, así como el riesgo de desastre en el capítulo 6. Sin embargo, se dedican tan sólo unas cuantas páginas para cada tipo de desastre natural, y el contenido relacionado a la inundación es bastante general, menos de una página. En capítulo 7 se encuentra una mención de las zonas de protección aledañas al nacimiento y el río, y en capítulo 2 se encuentran contenidos relacionados con la protección del nacimiento, manejo de cuenca y medidas contra desastres como un plan a futuro, aunque son bien sencillos.

Se puede concluir que el POMCA actual tiene contenido sumamente limitados relacionados a la inundación y la gestión de riesgo.

## A. Características del río

### 1. Características sociales

#### 1.1 Lista de municipios en la cuenca

La cuenca hidrográfica del Río Negro hace parte de la hoya hidrográfica del Río Magdalena, se ubica al noroccidente de Bogotá, y cubre una extensión de 4.572 Km<sup>2</sup>, con longitud del cauce de 439km (según IDEAM). La precipitación anual es aproximadamente 2000mm (según POMCA de la cuenca de Río Negro). La diferencia de altitud en la cuenca del río Negro es aproximadamente de 3.500m. La cuenca de Río Negro abarca tanto el Departamento de Cundinamarca como el Departamento de Boyacá; sin embargo, la mayoría de la cuenca pertenece al Departamento de Cundinamarca, como se muestra en la Figura 1.1.1.

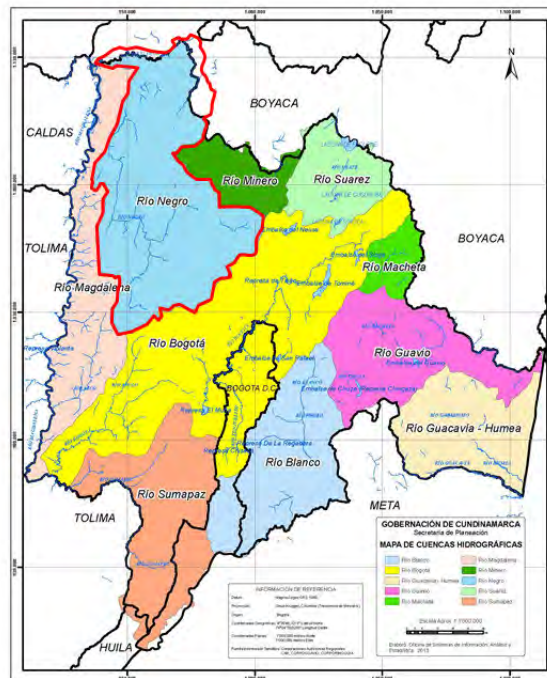


Figura 1.1.1 Delimitación de la cuenca en el Departamento de Cundinamarca

Como se muestra en la Figura 1.1.2, existen 23 municipios dentro de la cuenca de Río Negro correspondientes al municipio de cundinamrca.

Estos municipios son Alban, Bituima, El Peñón, Caparrapí, Guaduas, Guayabal, La Palma, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Pacho, Puerto Salgar, Quebrada Negra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Topaipí, Útica, Vergara, Viani, Villeta y Yacopí.



Figura 1.1.2 División administrativa en la cuenca de Río Negro de los municipios del departamento de Cundinamarca

## 1.2 Población

La población total de los municipios que conforman la cuenca es 260.000 personas aproximadamente, como se muestra a continuación (incluyendo la población fuera de la cuenca).

Tabla 1.2.1 Población de los municipios en la cuenca de río negro (proyección para 2017)

Municipio	Población urbana	Población rural	Total
ALBAN	1,613	4,343	<b>5,956</b>
BITUIMA	446	2,054	<b>2,500</b>
CAPARRAPI	2,762	13,958	<b>16,720</b>
EL PEÑON	445	4,341	<b>4,786</b>
GUADUAS	20,311	19,437	<b>39,748</b>
GUAYABAL DE SIQUIMA	871	2,780	<b>3,651</b>
LA PALMA	4,129	6,783	<b>10,912</b>
LA PEÑA	995	6,045	<b>7,040</b>
LA VEGA	5,381	9,032	<b>14,413</b>
NIMAIMA	3,025	3,922	<b>6,947</b>
NOCAIMA	1,911	6,200	<b>8,111</b>
PACHO	15,763	11,821	<b>27,584</b>
PUERTO SALGAR	14,630	4,707	<b>19,337</b>
QUEBRADA NEGRA	390	4,369	<b>4,759</b>
SAN FRANCISCO	3,492	6,380	<b>9,872</b>

SASAIMA	2,466	8,312	<b>10,778</b>
SUPATA	1,531	3,496	<b>5,027</b>
TOPAIPÍ	821	3,683	<b>4,504</b>
UTICA	2,750	2,273	<b>5,023</b>
VERGARA	1,565	6,139	<b>7,704</b>
VIANI	1,349	2,865	<b>4,214</b>
VILLETA	16,403	8,978	<b>25,381</b>
YACOPI	4,046	13,021	<b>17,067</b>
		合計	<b>262,034</b>

Fuente : DANE, Proyección basada en las estadísticas del censo 2005

Este punto se elaborará en 1.6“Condiciones del uso de suelo”; sin embargo, el área urbana ocupa tan solo 0.19% del área total de la cuenca, y las ubicaciones de áreas urbanas son dispersas en la cuenca. Esto significa que las poblaciones también son dispersas en la cuenca.

### 1.3 Producto Agrícola

Los principales productos agrícolas de la cuenca son café y caña panelera. Los cultivos asociados a la zona del cultivo de café principalmente son la caña, plátano, maíz, cítricos, cacao, yuca, maíz, frijoles, aguacate, frutas (cítricos, mango, papaya), y los productos secundarios en la zona de páramo o de clima frío son papas y arvejas. El principal uso del suelo en la cuenca es pasto natural, seguido de bosque secundario. La ganadería es bastante común en la cuenca.

Fuente: POMCA

### 1.4 Producto Industrial

Una de las actividades económicas más importantes en esta zona es la producción de panela.



Fuente: POMCA Capítulo 3 Prospectivas RN-P2-c1-2 Ver-1.pdf P49 Foto No. 2.19

En el municipio de Guaduas se lleva a cabo una importante actividad de explotación petrolera a cargo de la firma SIPETROL con 23 pozos en producción, que generan un total diario de

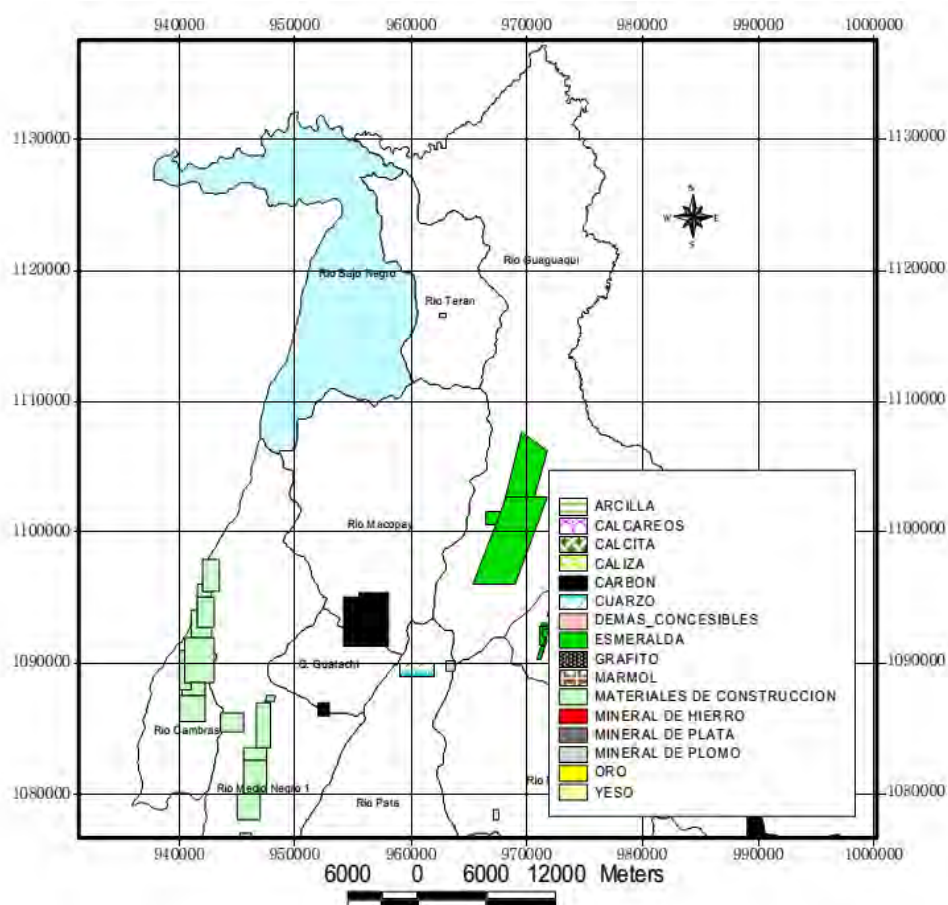


aproximadamente 1.500 barriles de petróleo, que le generaron al municipio por concepto de regalías la suma de \$2000,00 millones en el 2003.

Fuente: POMCA

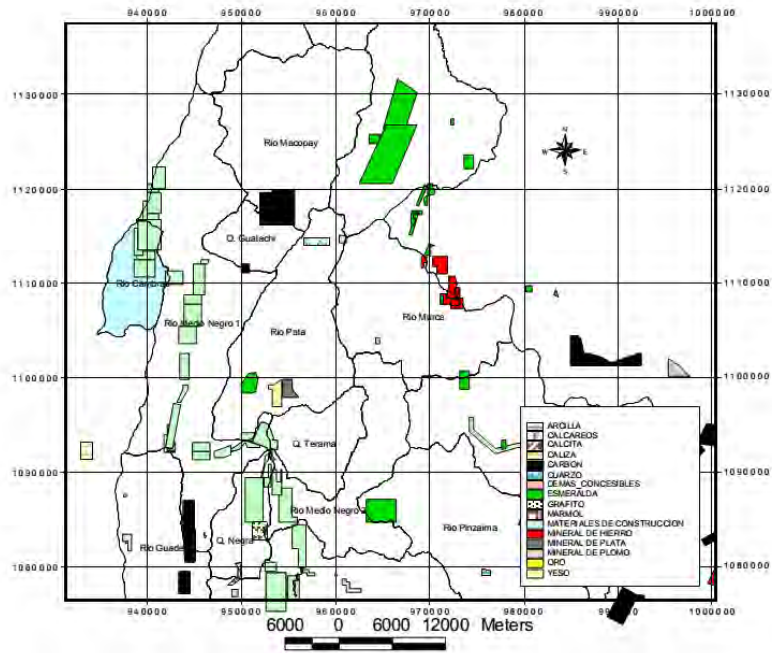
### 1.5 Producto minero

En las siguientes figuras se presentan las áreas de la cuenca que tienen títulos mineros otorgados.



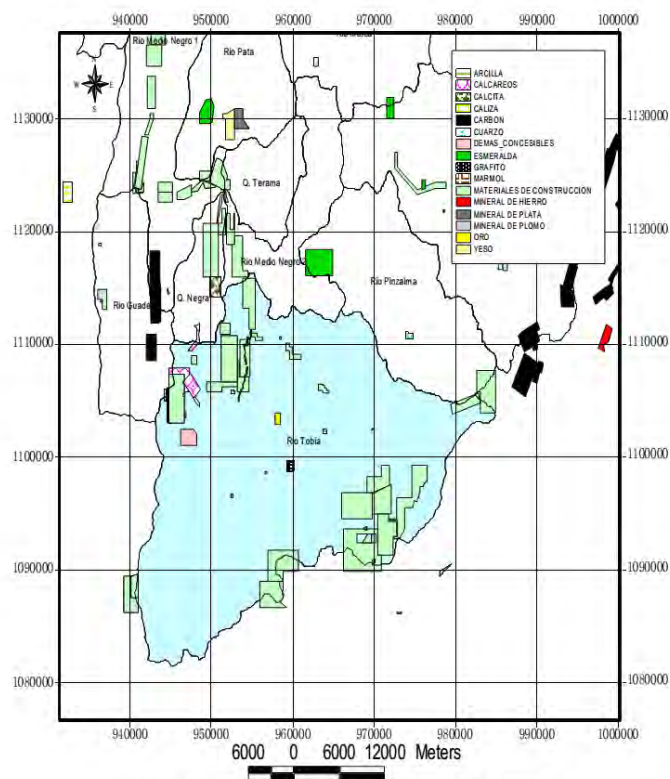
Fuente: POMCA

Figura 1.5.1 Distribución espacial de los títulos mineros existentes en la parte del norte en la cuenca de Río Negro



Fuente: POMCA

Figura 1.5.2 Distribución espacial de los títulos mineros existentes en la parte central en la cuenca de Río Negro



Fuente: Diagnóstico General De Bogotá, D.C. Y Cundinamarca, Junio De 2005.

Fuente: POMCA

Figura 1.5.3 Distribución espacial de títulos existentes en la parte del sur en cuenca de Río Negro

## 1.6 Condiciones del Uso de Suelo

Cobertura de suelo en la cuenca de Río Negro se tabulan como se muestra a continuación.

Tabla 1.6.1 Cobertura de suelo en la cuenca de Río Negro

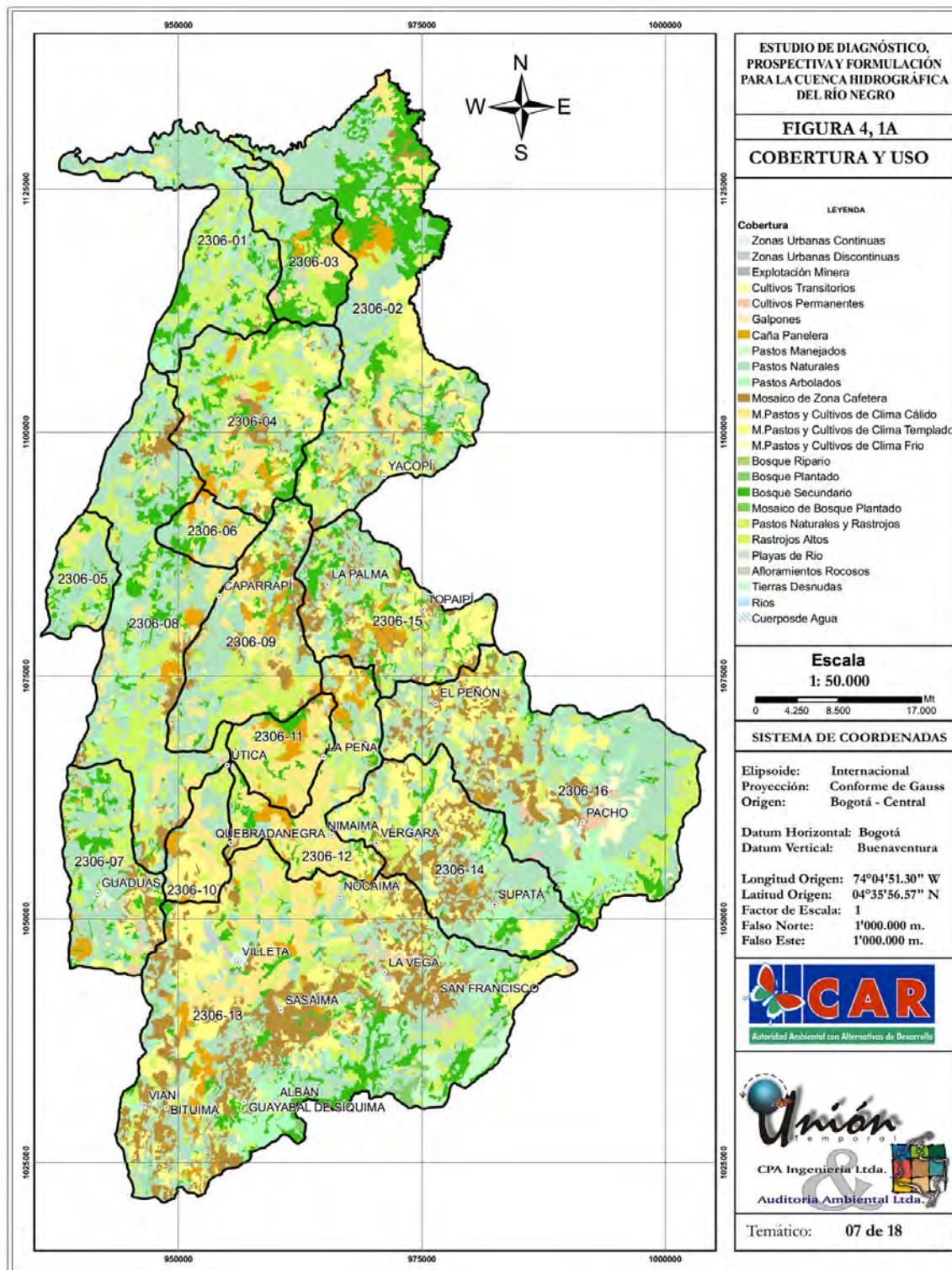
Ítem	Área (km <sup>2</sup> )	Proporción (%)
Pastos naturales (Pn)	1284.94	30.34
Bosque secundario (Bs)	492.14	11.62
Mosaico de zona cafetera (Cc)	439.04	10.37
Mosaico de pastos y cultivos de clima medio (Mcm)	427.54	10.09
Rastrojo alto (Ra)	377.94	8.92
Pastos naturales y rastrojos (Pr)	359.9	8.5
Pastos y mosaico de cultivos de clima cálido (Mcc)	359.6	8.25
Pastos arbolados (Pa)	159.36	3.76
Caña panelera, pastos y otros cultivos (Cñp)	136.79	3.23
Bosque ripario (Br)	43.97	1.04
Cultivos permanentes (Cp)	31.11	0.73
Espejo de agua de ríos (Ear)	23.25	0.55
Mosaico de pastos y cultivos de clima frío (Mcf)	22.12	0.52
Pastos manejados (Pm)	21.46	0.51
Bosque plantado (Bp)	14.42	0.34
Cultivos transitorios (Ct)	13.92	0.33
Zonas urbanas discontinuas (Zud)	12.18	0.29
Vegetación de páramo y subpáramo (Mp)	8.26	0.19
Zonas urbanas (Zuc)	8.24	0.19
Playas de río (Py)	3.6	0.08
Afloramientos rocosos (Ar)	2.43	0.06
Galpones (Gp)	1.73	0.04
Tierras desnudas o degradadas (Ae)	1.14	0.03
Mosaico de bosque plantado (Bsp)	0.62	0.01
Exploración minera (Em)	0.22	0.01
Cuerpo de agua (Ca)	0.16	0.003

Fuente: POMCA

La cobertura de suelo más común en esta cuenca es el Pasto natural (Pn) con 1284,94 km<sup>2</sup>, correspondientes al 30,45% de la cuenca. La segunda cobertura más común es el Bosque secundario(Bs) con 492,14km<sup>2</sup> correspondiente al 11,62% de la cuenca. La tercera es el Mosaico de zona cafetera (Cc), con 439,04km<sup>2</sup> correspondiente al 10,37% de la cuenca. La cuarta es Pastos y cultivos de clima medio (Mcm) con 427,54km<sup>2</sup> correspondiente al 10,09% de la cuenca. La quinta es Rastrojo alto (Ra) con 377,94km<sup>2</sup>, correspondiente al 8,92% de la cuenca. La sexta es Pastos naturales y rastrojos (Pr), con 359,9km<sup>2</sup>, correspondiente al 8,5% de la cuenca. La séptima es Pastos y mosaico de cultivos de clima cálido (Mcc) con 359,6km<sup>2</sup> correspondiente al 8,25% de la cuenca. La octava es Pastos arbolados (Pa) con 159,36km<sup>2</sup> correspondiente al 3,76% de la cuenca. La novena es la Caña panelera, pastos y otros cultivos (Cñp) con 136,79km<sup>2</sup> correspondiente al 3,23% de la cuenca. Estos tipos de cobertura



componen 95,08% de la cuenca.



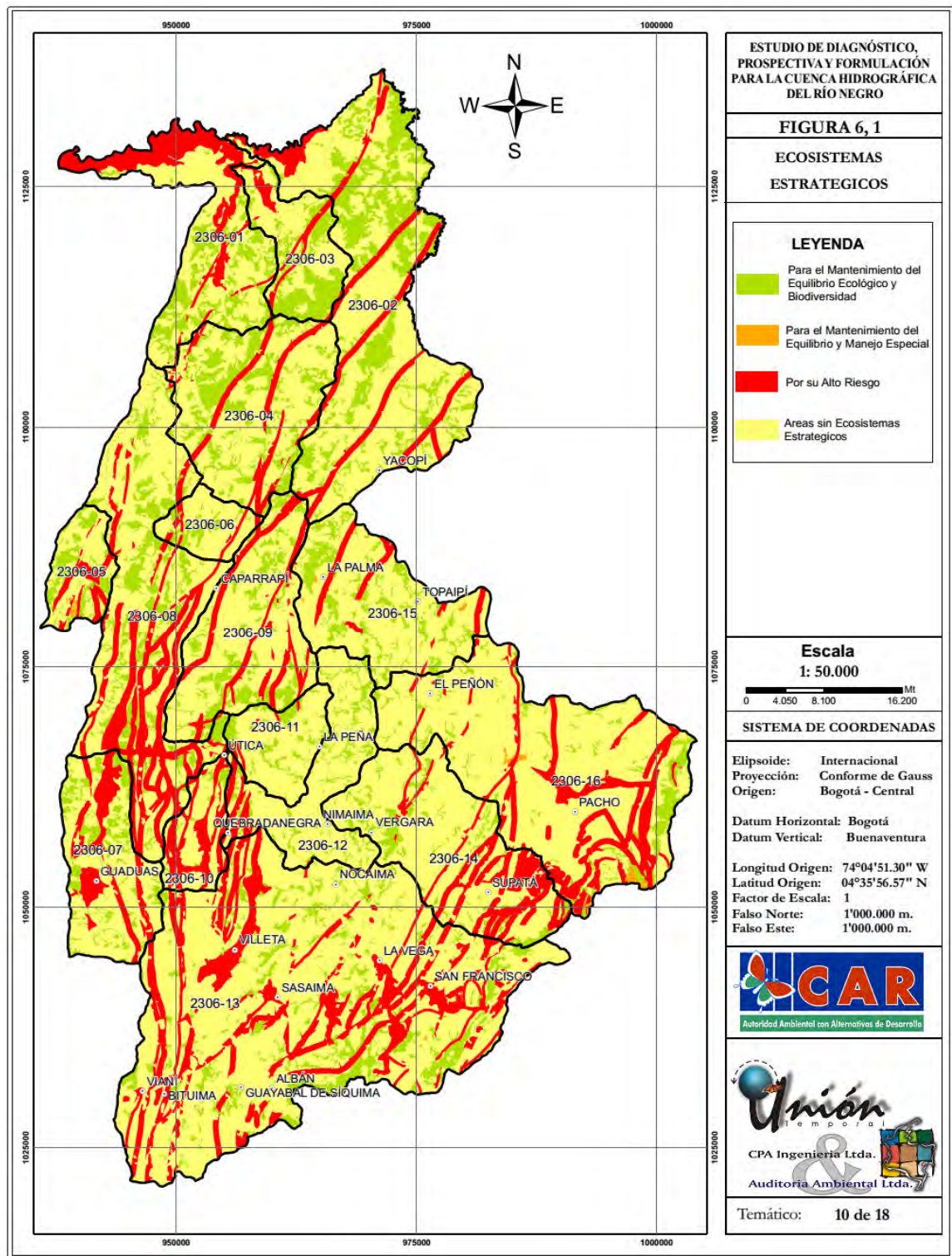
Fuente: POMCA

Figura 1.6.1 Cobertura y uso del suelo en la cuenca

## 1.7 Condiciones ambientales incluyendo ecosistema

Los problemas de contaminación presentes en la cuenca se deben principalmente a los vertimientos residuales de las áreas urbanas de Villeta, Útica, Pacho, Supatá, La Palma, Guaduas, y San Francisco, lo que ha ido en detrimento no sólo del paisaje sino de la calidad del agua y de los suelos. Otra fuente de contaminación se relaciona con el desarrollo turístico que se encuentra en los ejes de Guaduas – Villeta y Villeta – La Vega. En estas áreas se han construido condominios vacacionales que generan un impacto significativo para la cuenca a causa del aporte de vertimientos orgánicos a los principales cuerpos de agua.

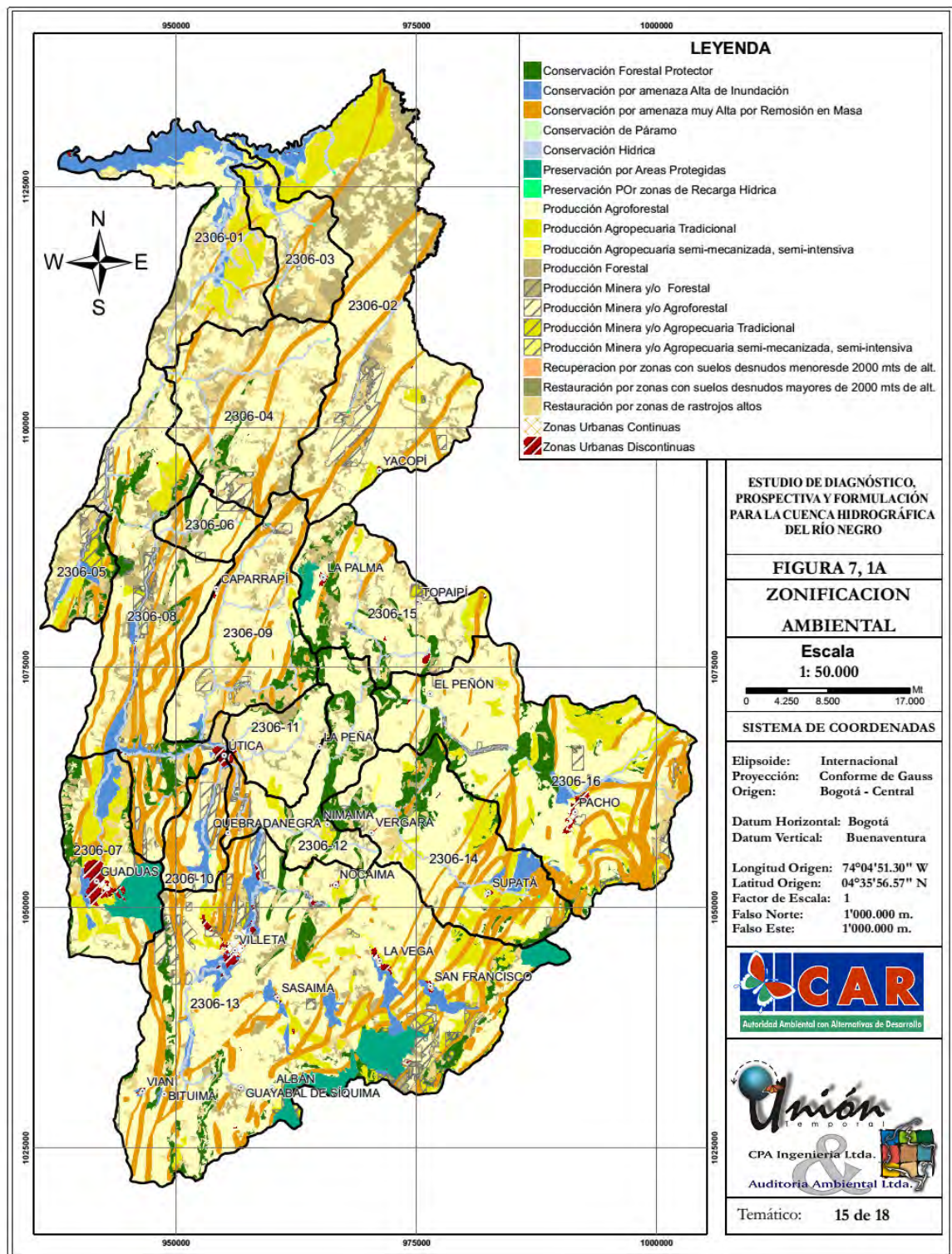
Los ecosistemas y la zonificación ambiental en el área el área de la cuenca se muestran en la Figura 1.7.1 y 1.7.2, respectivamente.



Fuente: POMCA

Figura 1.7.1 Ecosistemas en la cuenca





Fuente: POMCA

Figura 1.7.2 Zonificación ambiental en la cuenca

## 1.8 Condiciones de uso del agua

La cuenca del Río Negro presenta una demanda hídrica total promedio de 3.739 m<sup>3</sup>/seg, con mayor predominio de requerimientos hídricos para el desarrollo agrícola con 3.221 m<sup>3</sup>/seg, la cual teniendo en cuenta las diferentes actividades que se desarrollan en la región y que requieren del recurso hídrico, es moderadamente baja en comparación con cuencas hidrográficas del mismo tamaño, esto debido principalmente a la baja densidad poblacional en la parte media y baja de la cuenca, una actividad agropecuaria que se desarrolla de manera no tecnificada y a las condiciones climáticas de humedad imperantes a lo largo de la cuenca, especialmente sobre la vertiente oriental de la misma.

En segundo plano se encuentran las demandas hídricas para uso doméstico, con 395 lt/seg, como consecuencia de las necesidades de agua para el abastecimiento de centros urbanos de mediano tamaño, tales como Villeta, Pacho, Guaduas y Yacopí, con una población total de 77.000 habitantes para las zonas urbana y las necesidades de agua para 148.480 habitantes del sector rural.

Las demandas para el sector pecuario en la cuenca del río Negro son las menores, alcanzando los 123 lt/seg, con requerimientos de agua principalmente para el ganado bovino (300.000 cabezas), la avicultura y la acuicultura.

Demanda hídrica para uso doméstico, uso agrícola, y el sector pecuario, y la demanda hídrica en cada sub-cuenca se muestran en la Tabla 1.8.1 a 1.8.4, respectivamente.

Tabla 1.8.1 Demanda hídrica para uso doméstico en la cuenca de Río Negro

Código	Sub-cuenca	Demanda urbana (m <sup>3</sup> / year)	Demanda rural (m <sup>3</sup> / year)	Demanda total	
				m <sup>3</sup> / año	m <sup>3</sup> / segundo
2306-01	Río Bajo Negro	0	184.829	184.829	0,006
2306-02	Río Guaguaquí	225.041	420.349	645.389	0,020
2306-03	Río Terán	0	41.340	41.340	0,001
2306-04	Río Macopay	0	298.117	298.117	0,009
2306-05	Río Cambras	0	24.579	24.579	0,001
2306-06	Q. Guatachí	0	77.774	77.774	0,002
2306-07	Río Guaduro	1.143.081	381.973	1.525.054	0,048
2306-08	Río Medio Negro 1	0	378.447	378.447	0,012
2306-09	Río Patá	169.214	320.101	489.315	0,016
2306-10	Q. Negra	0	199.044	199.044	0,006
2306-11	Q. Terama	0	185.701	185.701	0,006
2306-12	Río Medio Negro 2	378.229	459.601	837.830	0,027
2306-13	Río Tobia	1.925.390	2.739.048	4.664.437	0,148
2306-14	Río Pinzaima	148.515	489.721	638.235	0,020
2306-15	Río Murca	293.296	322.259	615.554	0,020
2306-16	Río Alto Negro	895.863	766.929	1.662.792	0,053
<b>TOTAL</b>	<b>Río Negro</b>	<b>5.178.629</b>	<b>7.289.809</b>	<b>12.468.438</b>	<b>0,395</b>

Fuente: POMCA



Tabla 1.8.2 Demanda hídrica por uso agrícola en la cuenca de Río Negro

Codigo	Cuenca	Demanda Hídrica (m <sup>3</sup> /año)																Total (m <sup>3</sup> /año)	Total (m <sup>3</sup> /seg)							
		Tomate de Arbol	Mora	Cebolla Cabezona	Hortalizas	Mango	Citricos	Frijol	Papa	Arveja	Aroz	Algodón	Furtales	Habichuela	Yuca	Platano	Maiz			Guanabana	Caña	Café	Cacao	Uchuva	Pastos Manejados	Pastos de Riego
2306-01	Río Bajo Negro													4,063	17,283	0	0	13,077	49,213	9,418				174,164	267,213	0.008
2306-02	Río Guaguaqui													0	11,031	0	0	0	118,259	0				1,288,937	1,418,226	0.045
2306-03	Río Terán													722	10,448	0	0	0	10,328	0				1,042,052	1,063,550	0.034
2306-04	Río Macopay													863	27,327	0	0	0	179,568	1,979				5,897,242	6,106,969	0.194
2306-05	Río Cantrás																	583,429						550,811	1,144,240	0.036
2306-06	Quebrada Guatachi																	1,742,665	403,590					781,976	2,928,231	0.093
2306-07	Río Guaduro								3,407	2,121	799,818				251,011	0	0	1,699,432	3,268,791					1,021,355	7,045,935	0.223
2306-08	Río Medio Negro 1														343,040	0	0	4,336,526	7,226,176					2,722,876	14,628,618	0.464
2306-09	Río Patá														50,904	0	0	2,692,193	4,976,185					1,007,776	8,729,499	0.277
2306-10	Quebrada Negra													7,905	200,689	0	0	8,600,266	1,288,476					2,344,960	10,332,317	0.328
2306-11	Quebrada Terama																	7,042,234	591,537					1,506,226	9,138,997	0.290
2306-12	Río Medio Negro 2														41,951	0	0	8,024,967	1,066,277					982,361	10,115,556	0.321
2306-13	Río Tobía										45,285				104,806	0	0	7,394,741	8,252,427	390			1,618,075	2,638,231	20,091,572	0.637
2306-14	Río Pinzalma														6,479			1,253,254	1,816,994					752,078	3,828,804	0.121
2306-15	Río Murca														52,844			1,028,617	1,158,027	373				431,684	2,673,063	0.065
2306-16	Río Alto Negro														46,696	0	0	417,139	650,488	6,732	0			907,877	2,051,766	0.065
Total									3,407	2,121	845,103			13,843	1,164,309	0	0	44,838,558	31,056,342	18,892	0	1,618,075	21,939,607	101,564,556	3,221	

Fuente: POMCA

Tabla 1.8.3 Demanda hídrica para uso pecuario en la cuenca de Río Negro

Código	Sub-Cuenca	Demanda total	
		m <sup>3</sup> / año	m <sup>3</sup> / segundo
2306-01	Río Bajo Negro	269.354	0,009
2306-02	Río Guaguaquí	388.169	0,012
2306-03	Río Terán	84.731	0,003
2306-04	Río Macopay	237.085	0,008
2306-05	Río Cambras	60.853	0,002
2306-06	Q. Guatachí	54.006	0,002
2306-07	Río Guaduro	250.757	0,008
2306-08	Río Medio Negro 1	427.125	0,014
2306-09	Río Patá	166.825	0,005
2306-10	Q. Negra	39.246	0,001
2306-11	Q. Terama	43.359	0,001
2306-12	Río Medio Negro 2	72.541	0,002
2306-13	Río Tobia	1.079.218	0,034
2306-14	Río Pinzaima	171.926	0,005
2306-15	Río Murca	103.407	0,003
2306-16	Río Alto Negro	436.966	0,014
<b>TOTAL</b>	<b>Río Negro</b>	<b>3.885.568</b>	<b>0,123</b>

Fuente: POMCA

Tabla 1.8.4 Demanda hídrica total en la cuenca de Río Negro

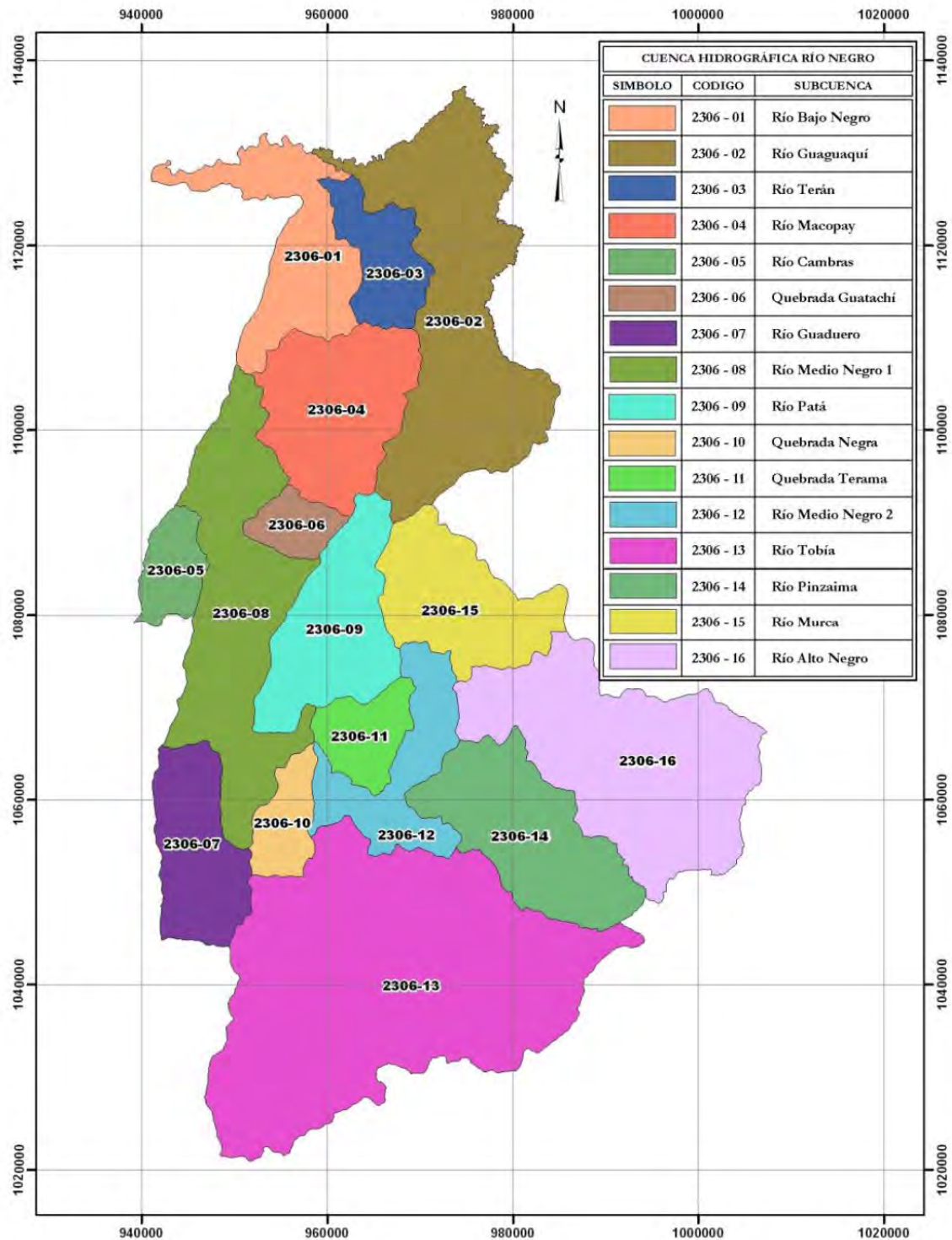
Código	Cuenca	Demanda (m <sup>3</sup> /s)			Demanda total (m <sup>3</sup> /s)
		Doméstico	Agrícola	Pecuario	
2306-01	Río Bajo Negro	0,006	0,008	0,009	0,023
2306-02	Río Guaguaquí	0,020	0,045	0,012	0,078
2306-03	Río Terán	0,001	0,034	0,003	0,038
2306-04	Río Macopay	0,009	0,194	0,008	0,211
2306-05	Río Cambras	0,001	0,036	0,002	0,039
2306-06	Q. Guatachí	0,002	0,093	0,002	0,097
2306-07	Río Guaduro	0,048	0,223	0,008	0,280
2306-08	Río Medio Negro 1	0,012	0,464	0,014	0,489
2306-09	Río Patá	0,016	0,277	0,005	0,298
2306-10	Q. Negra	0,006	0,328	0,001	0,335
2306-11	Q. Terama	0,006	0,290	0,001	0,297
2306-12	Río Medio Negro 2	0,027	0,321	0,002	0,350
2306-13	Río Tobia	0,148	0,637	0,034	0,819
2306-14	Río Pinzaima	0,020	0,121	0,005	0,147
2306-15	Río Murca	0,020	0,085	0,003	0,108
2306-16	Río Alto Negro	0,053	0,065	0,014	0,132
<b>TOTAL</b>	<b>Río Negro</b>	<b>0,395</b>	<b>3,221</b>	<b>0,123</b>	<b>3,739</b>

Fuente: POMCA

## 2. Topografía y condiciones del río

### 2.1 Delimitación de la cuenca del Río Negro

La parte de la cuenca del Río Negro ubicada en el Departamento de Cundinamarca tiene 16 sub-cuencas que se delimitan como se muestra en la Figura 2.1.1.



Fuente: POMCA Cap-0, "4. Área de estudio", Figura 1

Figura 2.1.1 Delimitación de la cuenca de Río Negro

Tabla 2.1.1 Información sobre las sub-cuencas de Río Negro

Sub-cuenca	Área Km <sup>2</sup>
2306 – 01 Río Bajo Negro	231,95
2306 – 02 Río Güaguaquí	495,97
2306 – 03 Río Terán	108,02
2306 – 04 Río Macopay	256,11
2306 – 05 Río Cambrás	69,34
2306 – 06 Quebrada Güatachí	53,16
2306 – 07 Río Guaduro	172,38
2306 – 08 Río Medio Negro	400,77
2306 – 09 Río Patá	228,11
2306 – 10 Quebrada Negra	70,15
2306 – 11 Quebrada Terama	84,76
2306 – 12 Río Medio Negro 2	162,27
2306 – 13 Río Tobía	940,68
2306 – 14 Río Pinzaima	270,42
2306 – 15 Río Murca	219,68
2306 – 16 Río Alto Negro	489,46

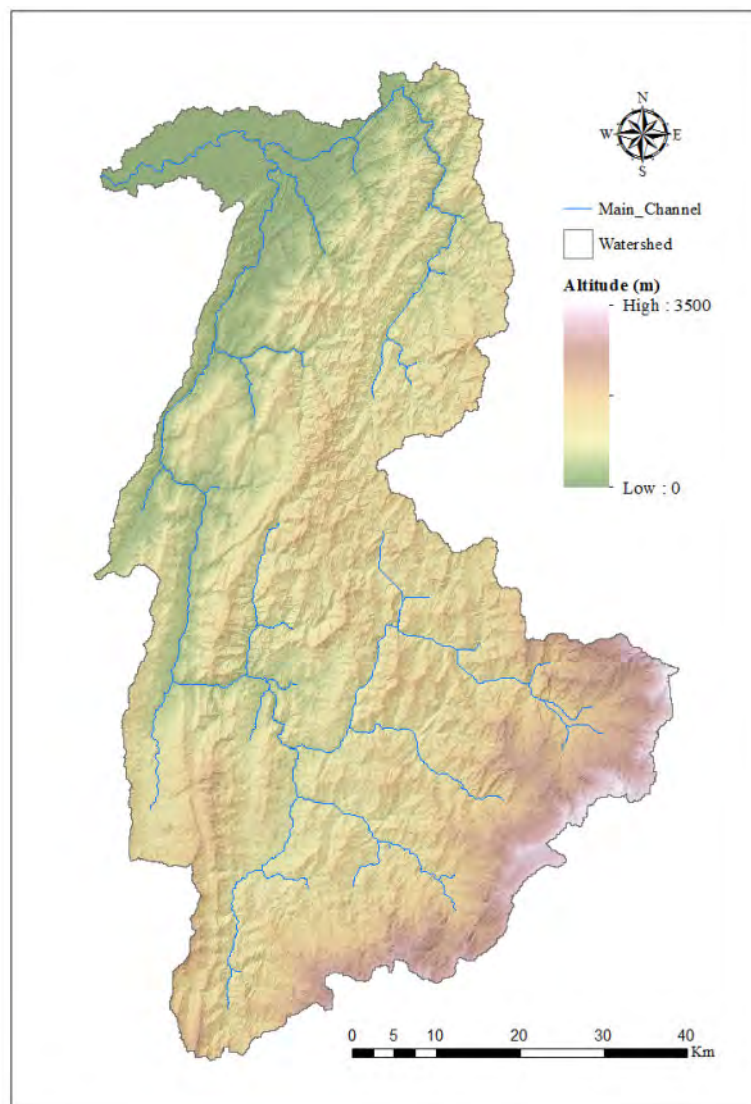
Fuente: POMCA Cap-0, “4. Área de Estudio”,

En el presente proyecto, se realizó el análisis, dividiendo la cuenca en 3 partes: cuenca alta (2306-16), cuenca media (2306-15, 2306-14, 2306-13, y la parte hasta la confluencia con Río Tobía en 2306-12), y cuenca baja (todo el resto de la cuenca).

## 2.2 Análisis Hipsométrico

En la figura 2.2.1 se presenta la distribución de alturas a lo largo de la cuenca. En la tabla 2.2.2 se presentan las áreas por rango de altura al igual que en la figura 2.2.2.

De acuerdo con este análisis aproximadamente 61% del área total de la cuenca de Río Negro pertenece a la altura de 500m-1500m, menos de 13% pertenece a la altura menor de 500m, y aproximadamente 26% pertenece a la altura mayor de 1500m. 50% del área total pertenece a la altura aproximadamente de 1150m. Se puede concluir que el área que pertenece a la altura de 500m-1500m forma una topografía relativamente plana.



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

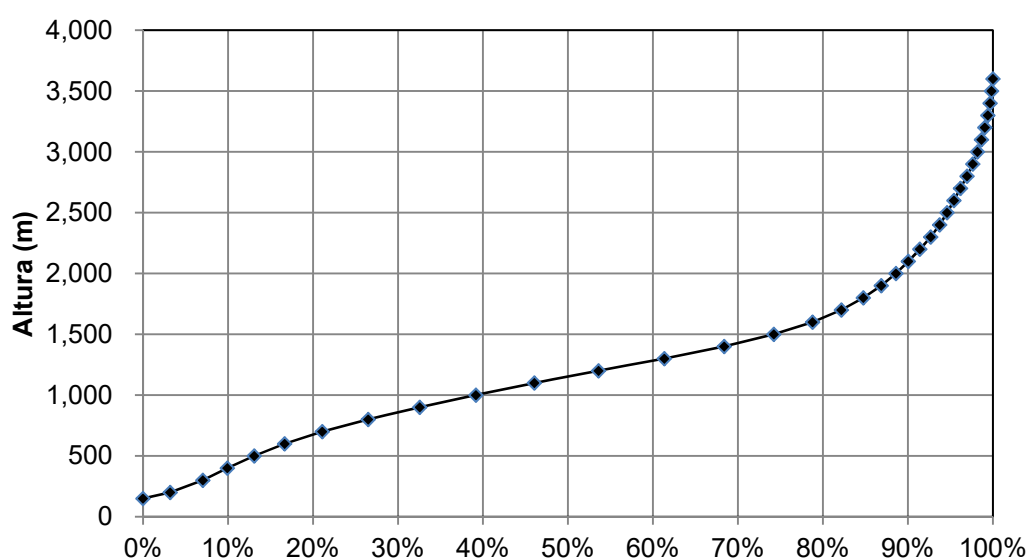
Figura 2.2.1 Mapa de elevación en la cuenca

Tabla 2.2.1 Resultados del análisis hipsométrico en la cuenca

Elevación	Área (km <sup>2</sup> )	Proporción	Proporción acumulada	Elevación	Área (km <sup>2</sup> )	Proporción	Proporción acumulada
Menos de 200m	146,6	3,2%	3,2%	1.900 - 2.000m	79,2	1,7%	88,6%
200 - 300m	176,6	3,9%	7,0%	2.000 - 2.100m	67,0	1,5%	90,1%
300 - 400m	132,1	2,9%	9,9%	2.100 - 2.200m	61,9	1,3%	91,4%
400 - 500m	144,5	3,2%	13,1%	2.200 - 2.300m	58,9	1,3%	92,7%
500 - 600m	164,7	3,6%	16,7%	2.300 - 2.400m	48,1	1,0%	93,7%
600 - 700m	202,9	4,4%	21,1%	2.400 - 2.500m	40,1	0,9%	94,6%
700 - 800m	247,6	5,4%	26,5%	2.500 - 2.600m	36,4	0,8%	95,4%
800 - 900m	278,5	6,1%	32,6%	2.600 - 2.700m	35,5	0,8%	96,2%
900 - 1.000m	302,9	6,6%	39,2%	2.700 - 2.800m	35,7	0,8%	97,0%
1.000 - 1.100m	315,7	6,9%	46,1%	2.800 - 2.900m	31,2	0,7%	97,6%

Elevación	Área (km <sup>2</sup> )	Proporción	Proporción acumulada	Elevación	Área (km <sup>2</sup> )	Proporción	Proporción acumulada
1.100 - 1.200m	345,6	7,5%	53,6%	2.900 - 3.000m	24,9	0,5%	98,2%
1.200 - 1.300m	355,2	7,7%	61,3%	3.000 - 3.100m	21,3	0,5%	98,6%
1.300 - 1.400m	322,9	7,0%	68,4%	3.100 - 3.200m	18,4	0,4%	99,0%
1.400 - 1.500m	268,0	5,8%	74,2%	3.200 - 3.300m	16,3	0,4%	99,4%
1.500 - 1.600m	209,6	4,6%	78,8%	3.300 - 3.400m	12,6	0,3%	99,7%
1.600 - 1.700m	154,7	3,4%	82,2%	3.400 - 3.500m	7,8	0,2%	99,8%
1.700 - 1.800m	119,1	2,6%	84,8%	3.500m and over	7,1	0,2%	100,0%
1.800 - 1.900m	96,5	2,1%	86,9%	<b>Total</b>	<b>4.586,1</b>	<b>100%</b>	-

Fuente: Equipo de proyecto de JICA



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

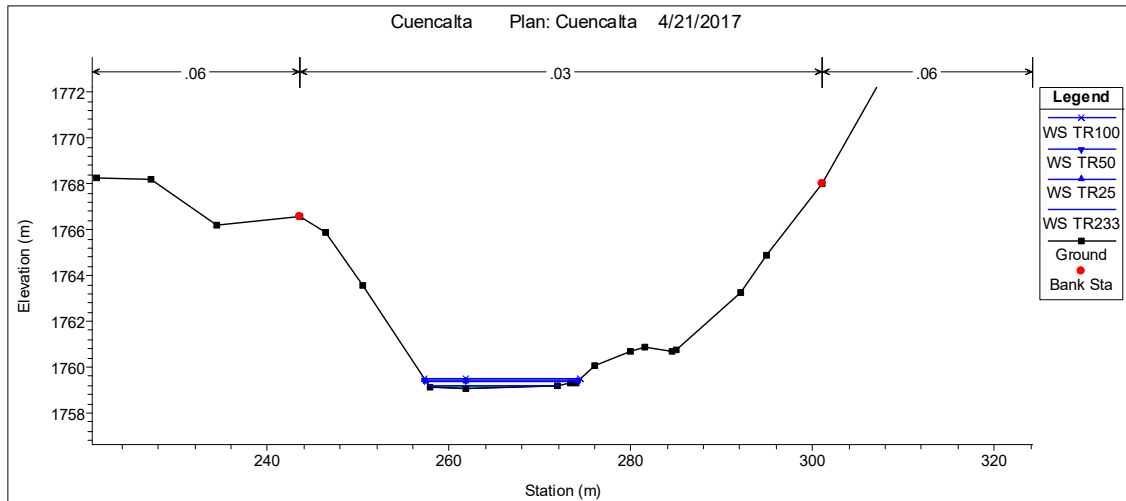
Figura 2.2.2 Curva hipsométrica de la cuenca

### 2.3 Sección transversal del río

En este proyecto, se obtuvieron datos topográficos de las siguientes fuentes para realizar diferentes tipos de análisis.

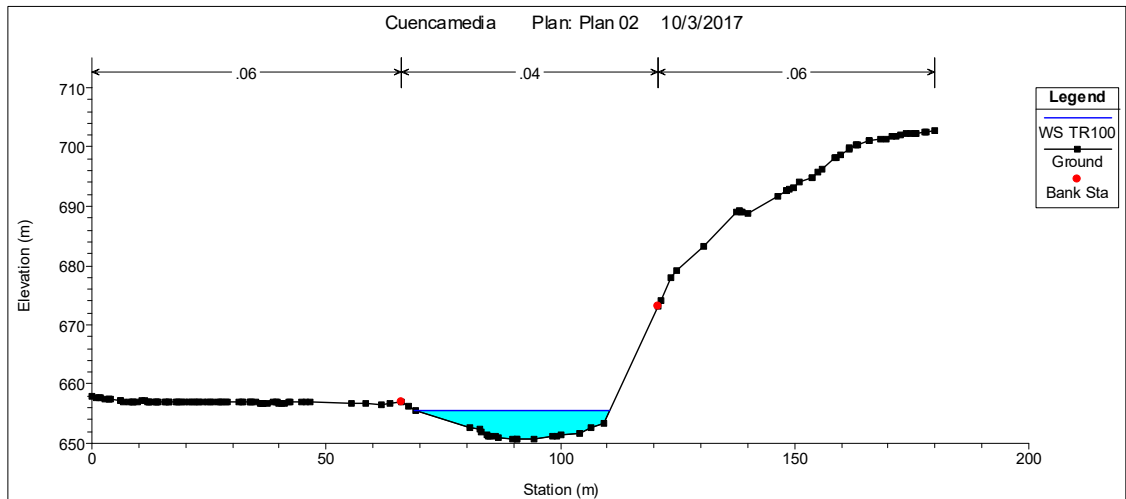
- 1) Datos de LIDAR (resultado de otro proyecto anterior)
- 2) Levantamientos de sección transversal (resultado de otro proyecto anterior y algunos levantamientos realizados en algunos puntos en el presente proyecto.
- 3) 2 tipos de DEM elaborado con datos de satélite, uno con resolución de 12m DSM (la cuenca entera) y otro con resolución de 5m DSM (el cauce principal y zonas aledañas a los tributarios principales) (comprado en el presente proyecto).

A continuación se presentan las secciones transversales de los puntos principales cerca del cauce de cuenca alta, media y baja, obtenida del Numeral 3).



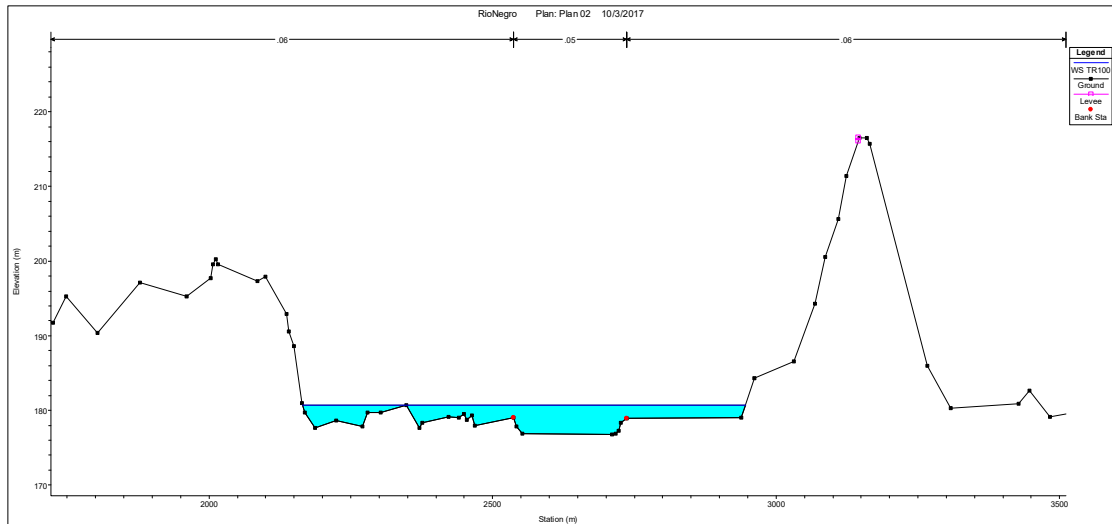
Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.3.1 Sección transversal típica del tramo alto de Río Negro



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.3.2 Sección transversal típica del tramo medio de Río Negro

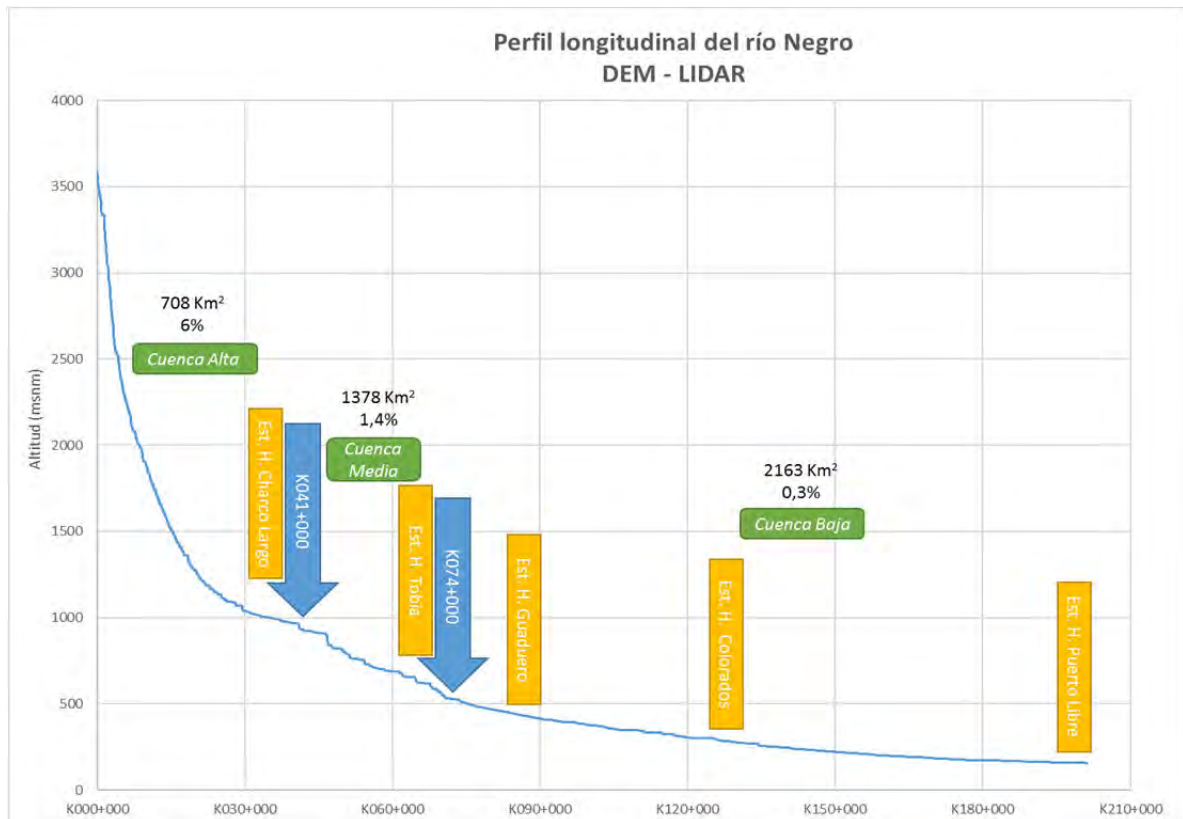


Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.3.3 Sección transversal típica del tramo bajo de Río Negro

## 2.4 Perfil longitudinal del cauce

A continuación se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de Río Negro. Aguas arriba la pendiente es extremadamente alta, y en la cuenca media donde la altura se disminuye, la pendiente se empieza a disminuir. En cuenca baja, la pendiente gradualmente se vuelve baja.



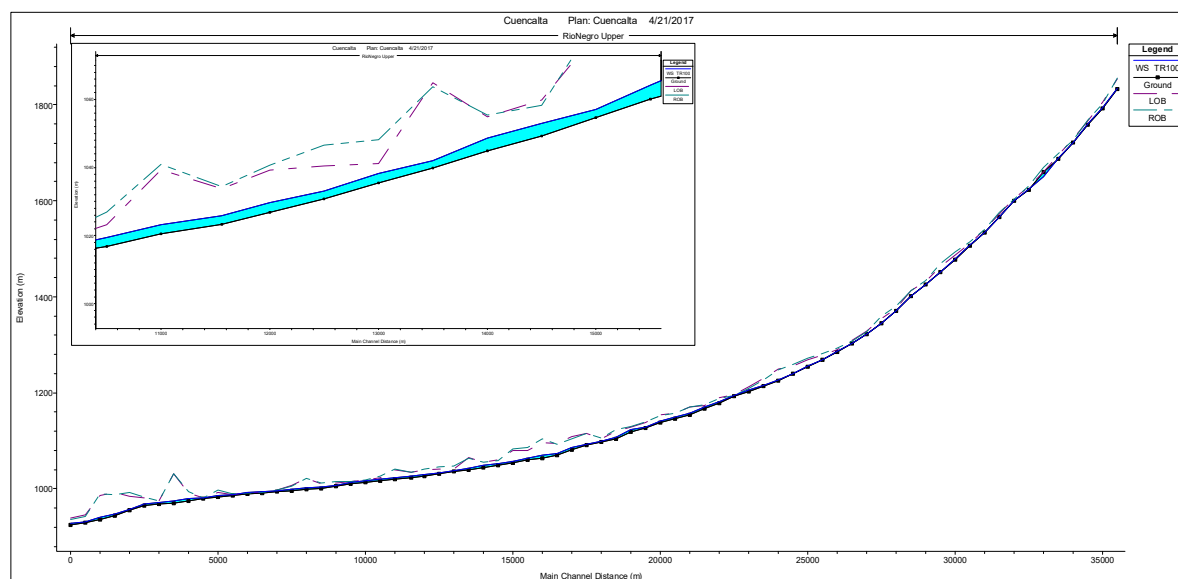
Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.4.1 Condición general del perfil longitudinal del Río Negro.



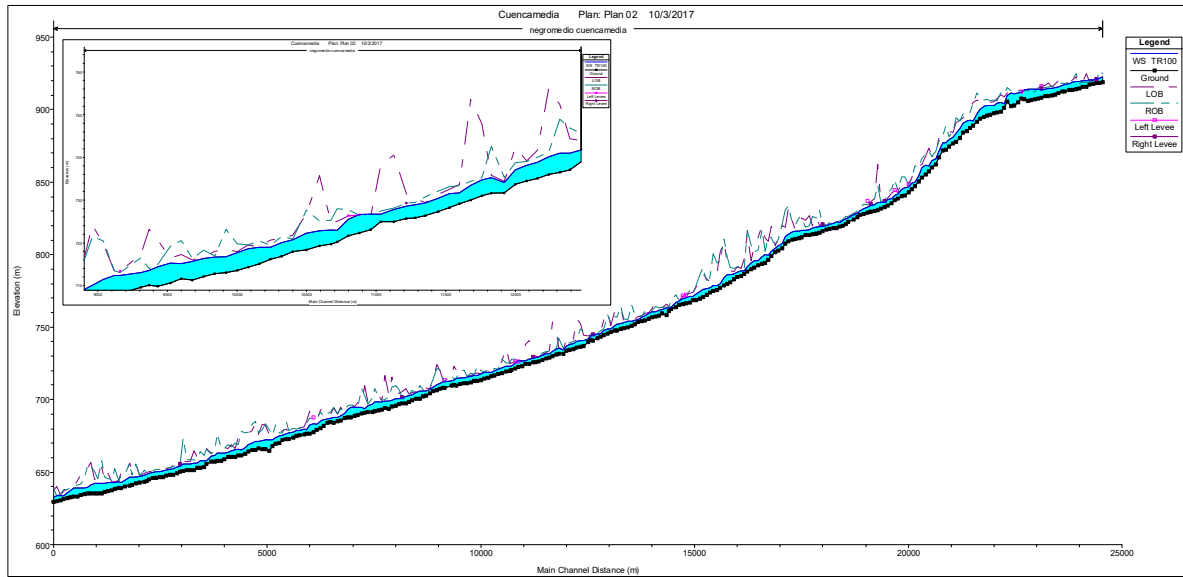
A continuación se presenta el cambio longitudinal de la altura del lecho del río y los bancos derecho e izquierdo en la cuenca alta, media y baja, en términos del nivel del agua de la inundación con periodo de retorno de 100 años, como resultado de cálculos del modelo hidráulico, de la Figura 2.4.2 a la Figura 2.4.4.

En la cuenca alta, la altura de los bancos derecho e izquierdo es más alta que el nivel de agua de inundación con periodo de retorno de 100 años. Esto también aplica en la mayor parte de la cuenca media; sin embargo, en la cuenca baja, se observan bastantes tramos donde la altura de los bancos derecho e izquierdo es más baja que el nivel de agua de inundación con periodo de retorno de 100 años.



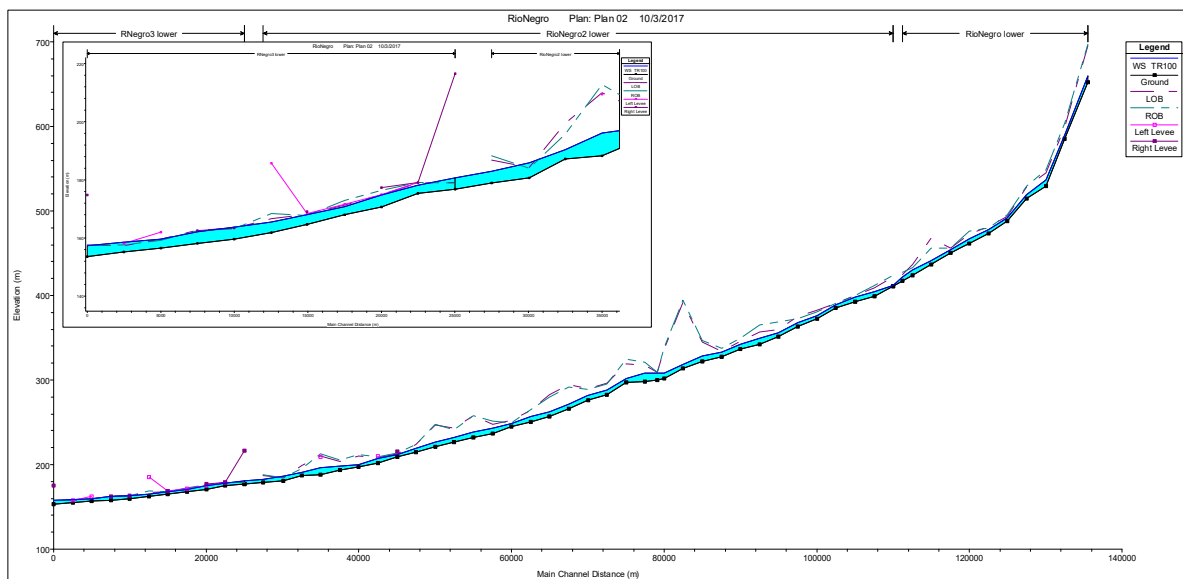
Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.4.2 Altura del lecho del río y los bancos en el tramo alto de Río Negro



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

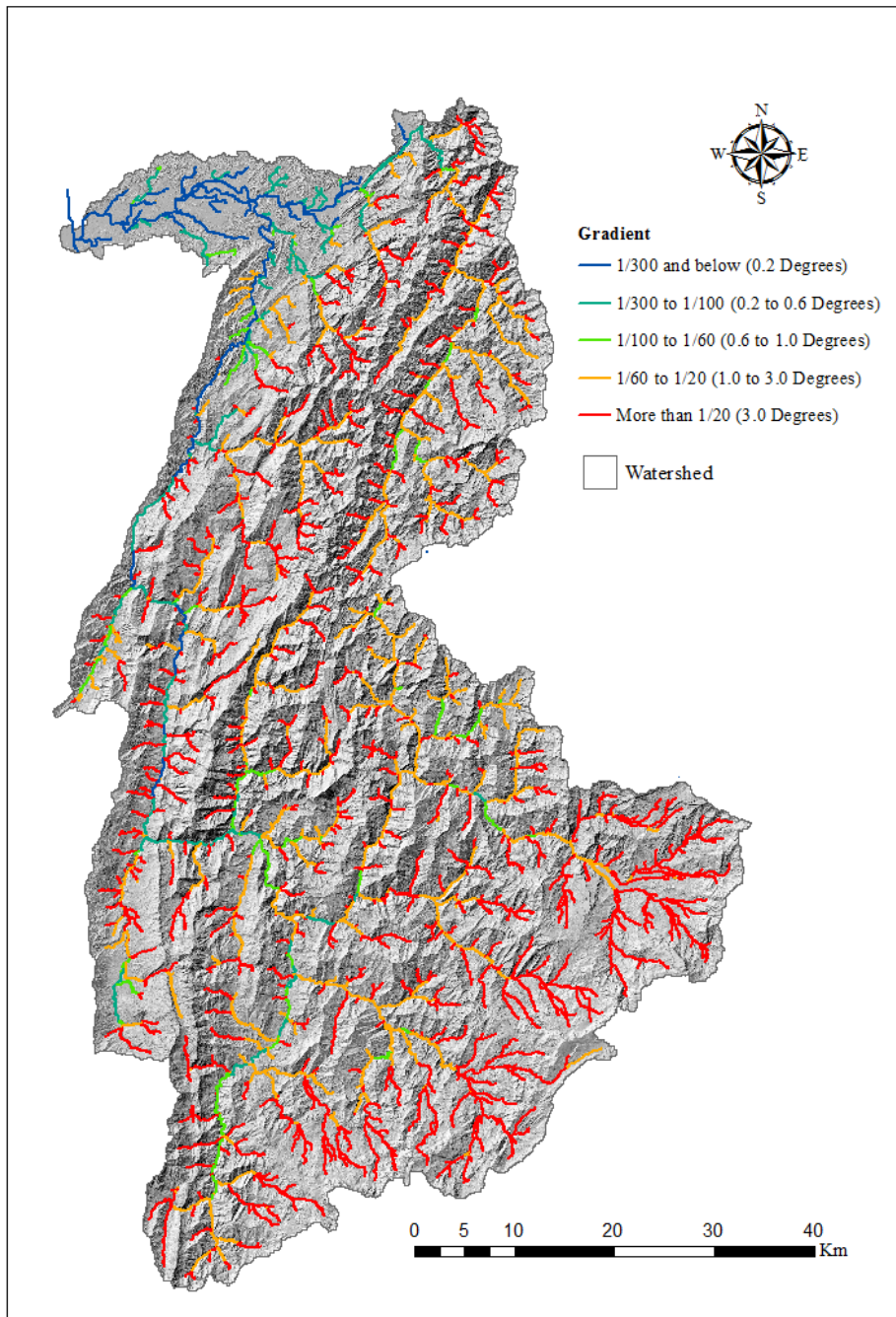
Figura 2.4.3 Altura del lecho del río y los bancos en el tramo medio de Río Negro



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.4.4 Altura del lecho del río y los bancos en el tramo bajo de Río Negro

Adicionalmente, a continuación se presenta una figura que muestra los cauces dentro de la cuenca automáticamente clasificados por pendiente basado en los datos de DEM . Según esto se puede concluir que casi todos los cauces tienen pendiente mayor a 1/100, y existen bastantes cauces con pendiente mayor a 1/20 (color rojo); en otras palabras, existen bastantes cauces con pendiente muy inclinada, con excepción del curso bajo del río principal (áreas aguas abajo de Guaduro en la mayoría).



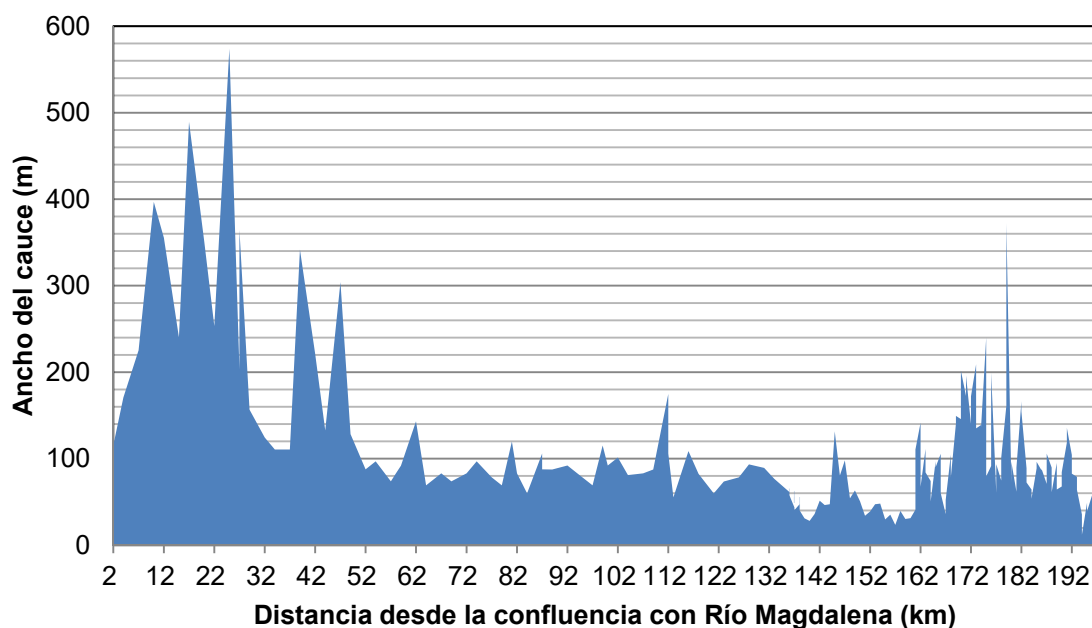
Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.4.5 Clasificación de cauces por pendiente en la cuenca de Río Negro

## 2.5 Perfil longitudinal del ancho del cauce

La mayor parte del Río Negro se conserva natural, y sólo existen unas partes donde el cauce se ha fijado con diques, etc. Por lo tanto, la determinación de la ubicación de los bancos y el ancho del cauce es sumamente difícil. La siguiente figura presenta el ancho del cauce, suponiendo que es el cauce principal, desde aguas arriba hacia aguas abajo, basado en un modelo hidráulico construido en el presente proyecto. Según esta figura, desde el punto más debajo, la confluencia con Río Magdalena hasta aproximadamente el punto de 50km se observan partes anchas mayores de 300m. Luego hasta aproximadamente el punto 140km el cauce se estabiliza menor de 100m de ancho.

Luego hasta el punto 160km aproximadamente, se observan secciones menores de 40m, y luego ensancha de nuevo aguas arriba.



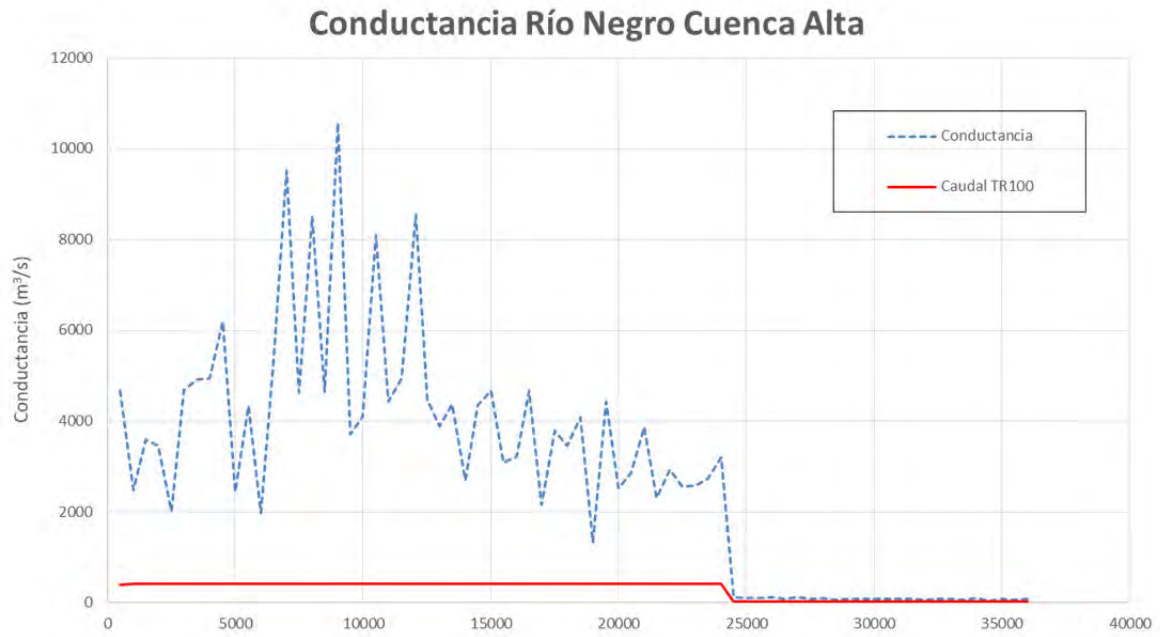
Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.5.1 Perfil longitudinal del ancho del cauce de Río Negro

## 2.6 Perfil longitudinal de la capacidad de flujo del cauce

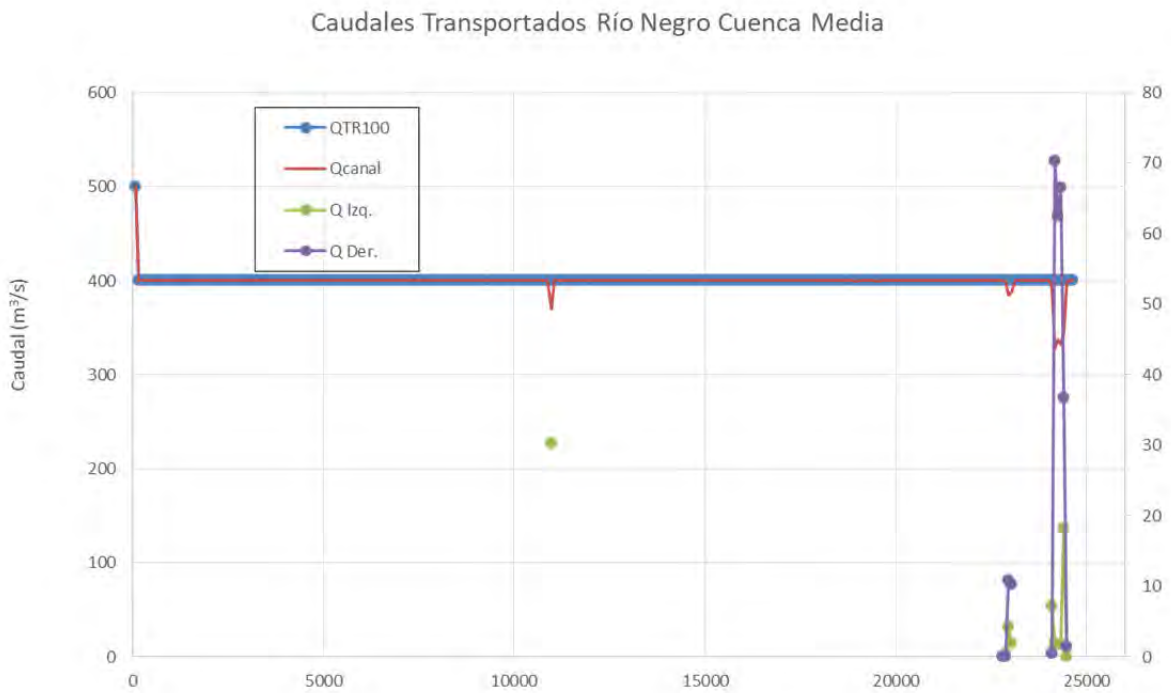
En las figuras 2.6.1 a 2.6.3. se presenta la capacidad de flujo del cauce para la cuenca alta, media y baja del Río Negro. En la cuenca alta, la capacidad de flujo del cauce supera el caudal de la inundación con periodo de retorno de 100 años en todo el tramo. En un tramo de la cuenca media y varios tramos de la cuenca baja, la capacidad de flujo del cauce no es suficiente con respecto al caudal de la inundación con periodo de retorno de 100 años, o la capacidad de flujo evaluado según la altura de banco derecho o izquierdo o ambos bancos no es suficiente.

En la Figura, las partes donde la línea de conductancia de los bancos derecho e izquierdo es más baja que la línea de caudal TR100 son los tramos donde la capacidad de flujo no es suficiente.



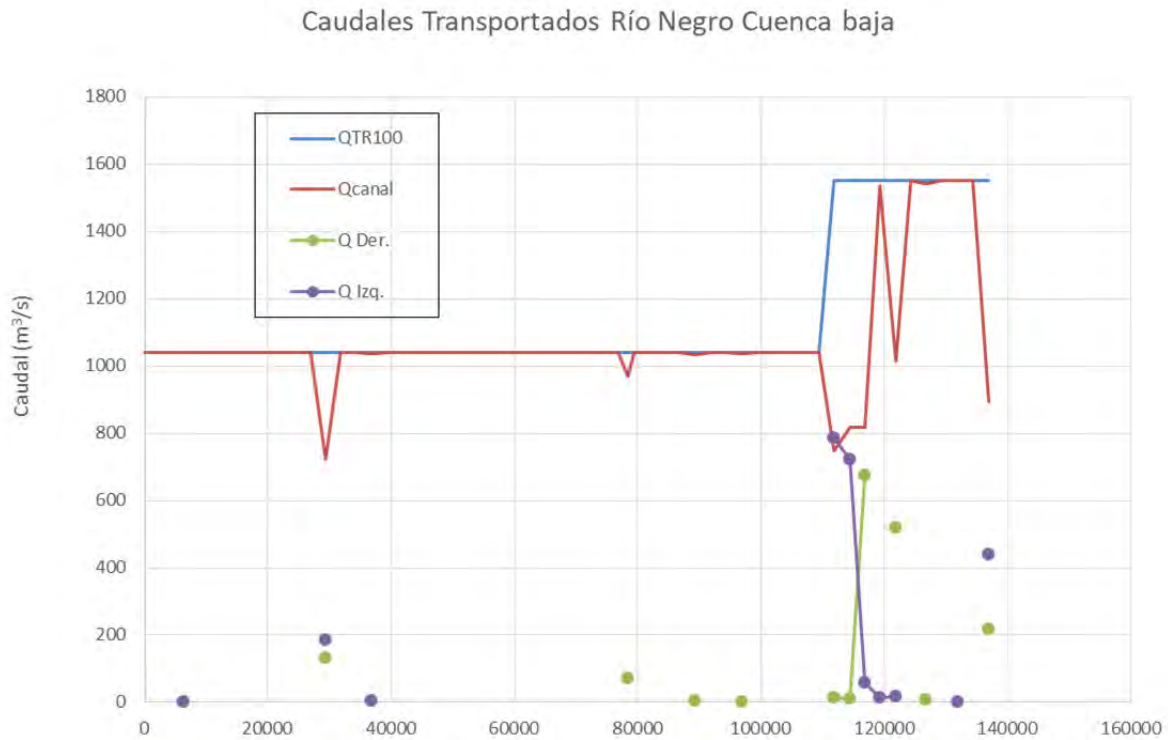
Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.6.1 Capacidad de flujo del cauce en el tramo alto de Río Negro



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.6.2 Capacidad de flujo del cauce en el tramo medio de Río Negro



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Juan Carlos el 4 de octubre, 2017

Figura 2.6.3 Capacidad de flujo del cauce en el tramo bajo de Río Negro

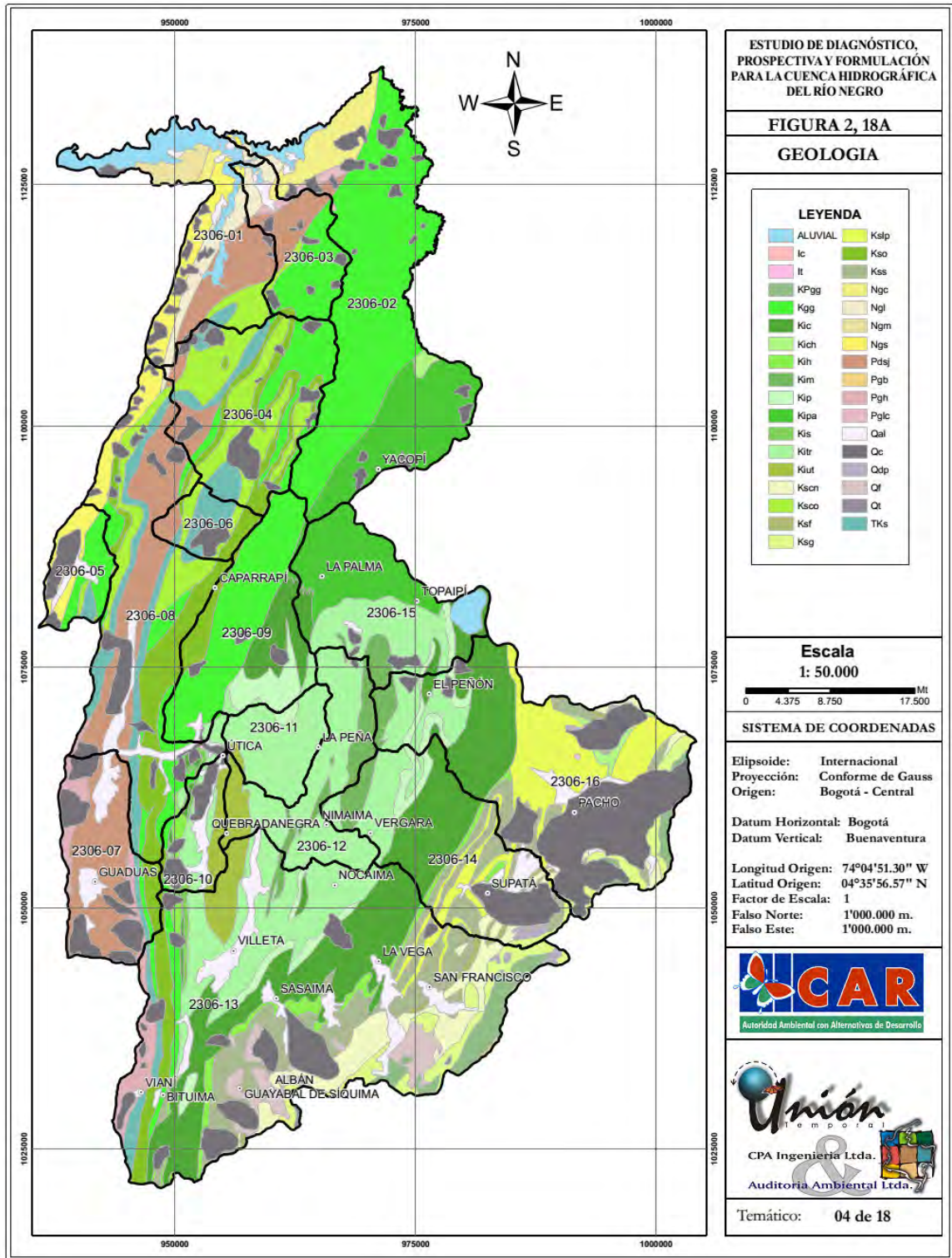
## 2.7 Condiciones geológicas

La cuenca del Río Negro está conformada principalmente por rocas de origen sedimentario y se destaca la presencia de dos cuerpos intrusivos. Esas rocas están localizadas en cuencas o bloques, limitados entre sí por grandes fallas, donde las unidades presentan características faciales particulares. La descripción de las unidades litoestratigráficas aflorantes en la cuenca se ha basado en tres tipos de nomenclaturas estratigráficas de acuerdo con los tres principales bloques que constituyen el área:

- Valle Medio del Magdalena – Guaduas.
- Anticlinorio de Villeta.
- Sabana de Bogotá.

En la figura 2.7.1 y en la Tabla 2.7.1, se presentan las condiciones geológicas en la cuenca y la explicación de los ítems clasificados.





Fuente: POMCA

Figura 2.7.1 Condiciones geológicas en la cuenca

Tabla 2.7.1 Explicación de ítems clasificados/Leyenda del mapa de condición geológica en la cuenca

Unidad	Unidad/ Ubicación	Litología	Características hidrogeológicas
ALUVIAL	Aluviones	Tierra creada a lo largo del río o lago por aluvi3n depositado.	Informaci3n no disponible
Ic	Crestas monoclinales y espinazos estructurales, Monoclinic crests and structural spines	Informaci3n no disponible	Informaci3n no disponible
It	Informaci3n no disponible	Informaci3n no disponible	Informaci3n no disponible
KPgg	Fm Guaduas	Arcillolitas variegadas de color gris claro, laminado o no laminado, con intercalaciones de cuarzo-areniscas.	Predominio de los niveles de arcillolitas con baja permeabilidad, unidades de baja importancia hidrogeol3gica.
Kgg	Gr. Guaguaqu3	Lodositas	Limolita calc3rea negra laminada y arcilla lodosa
Kic	Fm Capotes	Limolita calc3rea negra laminada y arcilla lodosa	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeol3gica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disoluci3n de la piedra caliza en algunos niveles.
Kich	Regi3n de Chiquinquir3	Cuarzo fino, areniscas de gris claro, gris oscuro y negras, en capas delgadas a gruesas, con intercalaciones de lodolitos y limolitas.	Informaci3n no disponible
Kih	Fm Hil3	Secuencia de limolita silíceo y calc3reo.	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeol3gica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disoluci3n de la piedra caliza en algunos niveles.
Kim	Fm Murca	Areniscas sub-arcosicas y lutolitas.	Buenas condiciones de permeabilidad y buenas condiciones hidrogeol3gicas.
Kip	Fm El Peñ3n	Lutolitas y limolitas calc3reas	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeol3gica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disoluci3n de la piedra caliza en algunos niveles.
Kipa	Gr. La Palma	Una serie mon3tona y gruesa de limolitas, esquisto y suelo de arcilla gris claro a negro, muscovita, con intercalaciones de arenisca arcillosa verde oscuro de granos finos, en capas gruesas con niveles espor3dicos y delgados calc3reos. Hacia la parte media de la secuencia, limolita y huecos de hasta 30cm de di3metro	Informaci3n no disponible
Kis	Fm Socot3	Esquitos grises	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeol3gica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disoluci3n de la piedra caliza en algunos niveles.
Kitr	Fm Trincheras	Lutolita con intercalaci3n entre piedra caliza y arenisca	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeol3gica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y



Unidad	Unidad/ Ubicación	Litología	Características hidrogeológicas
			debido a la disolución de la piedra caliza en algunos niveles.
Kiut	Fm Útica	Arenisca sub-arcósica y sub-litarenita con granos finos a veces muy gruesos y a veces conglomerados, lutolitas con intercalación entre piedra caliza y arenisca	Buenas condiciones de permeabilidad y buenas condiciones hidrogeológicas.
Kscn	Fm Conejo	Lutolitas con algunos bancos de arena	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeológica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disolución de la piedra caliza en algunos niveles.
Ksco	Fm Córdoba	Limolita calcárea, estratificada con areniscas, calizas negras y areniscas calcáreas	Rocas permeables y semipermeables con alta capacidad para disolver carbonatos y con capacidad hidrogeológica moderada.
Ksf	Fm La Frontera	Lutolita con algunos bancos de piedra arenisca	Capas semipermeables a capas impermeables de importancia hidrogeológica moderada. Porosidad secundaria debido a fracturas y debido a la disolución de la piedra caliza en algunos niveles.
Ksg	Gr. Guadalupe	Areniscas masivas y areniscas desmenuzadas	Buenas condiciones de permeabilidad. Dentro de las sabanas de Bogotá, esto constituye unidades de alta importancia hidrogeológica.
Kslp	Fm. Pacho	Una sucesión alternante de lodolitas con laminación ondulante, intercalados con limolitas silíceas y areniscas de cuarzo, en capas de ondulación delgada a media. Como característica especial, hay concreciones de siderita de hasta 1,5 m de diámetro.	Información no disponible
Kso	Gr. Olini	Chert compacto negro superior	Rocas semipermeables con baja capacidad hidrogeológica.
		Nivel de esquistos	Rocas impermeables de baja capacidad
		Chert compacto negro inferior	Rocas semipermeables con baja capacidad hidrogeológica.
Kss	Fm Simijaca	Consiste principalmente en arcillolita laminada, de color negro a gris oscuro.	Información no disponible
Ngc	Fm Cambrás	Arcillolitas grises, verdosas o violetas, con cuarzo-arenisca de grano fino a mediano.	Rocas impermeables con poca capacidad para acumular agua subterránea
Ngl	Fm Los Limones	Sucesión de areniscas y lutitas rojas en capas delgadas a medias.	Capas semipermeables de importancia hidrogeológica moderada
Ngm	Fm Mesa	Gravas y arenas, con intercalación de capas de arcilla	Buenas condiciones de permeabilidad y buenas condiciones hidrogeológicas.
Ngs	Stock de Sucre	Monzodioritas, dioritas piróxicas y espléndidas.	Información no disponible
Pdsj	Fm San Juan de Río Seco	Secuencia de arenisca y arcillolita	Buenas condiciones de permeabilidad y buenas condiciones hidrogeológicas.
Pgb	Fm Bogotá	Areniscas, lutolitas, arcillolitas	Niveles de arcilla de baja importancia hidrogeológica en las sabanas de Bogotá. Esta unidad en los niveles de areniscas conforma el acuífero regional de la sabana de Bogotá.
Pgh	Fm Hoyón	Secuencia conglomerada intercalada entre cuarzo-arenisca y caliza-arenisca	Buenas condiciones de permeabilidad y buenas condiciones hidrogeológicas.
Pglc	Fm La Cira	Compuesto de arcilla azulada alternando con arenisca	Rocas impermeables con poca capacidad para acumular agua

Unidad	Unidad/ Ubicación	Litología	Características hidrogeológicas
			subterránea
Qal	Depósitos aluviales.	<i>Estos depósitos consisten en bloques redondeados y subredondeados, especialmente de arenisca y caliza, en una matriz no consolidada de arenas y arcillas.</i>	Importancia hidrogeológica moderada a alta especialmente para los acuíferos libres o no confinados.
Qc	<i>Depósitos coluviales Depósitos de ladera</i>	<i>Los depósitos coluviales consisten en acumulaciones de materiales de composición heterogénea y de tamaño variable, predominantes en forma angular debido al transporte pequeño e inicu por los diferentes agentes erosivos que dan como resultado una composición y coloración variadas sin estratificación.</i>	Información no disponible
Qdp	<i>Depósitos de ladera</i>	Son depósitos acumulados durante el Cuaterna Reciente, de granulometría diferente que va desde limosa hasta arenosa con bloques. Sedimentos aluviales y lacustres, todos de origen local.	Información no disponible
Qf	Depósitos fluvioglaciales	Depósitos asociados con el agua de deshielo de los glaciares.	Información no disponible
Qt	Depósitos de playa	Depósito encontrado en playas fluviales, lacustres o costeras.	Información no disponible
TKs	Fm Seca	Una secuencia monótona de lodolitas calcáreas negras con laminación plana paralela. Arriba, están presentes rocas calcáreas con láminas intermitentes y lenticulares correspondientes a la bioarparita. Este paquete revela areniscas calcáreas en capas delgadas con intercalaciones de lodolitas y concreciones esporádicamente calcáreas. Hacia la parte superior de la secuencia hay paquetes de arenisca calcárea de mediano a grueso, con entrelazado de arenisca de conglomerado verde y rojo.	Información no disponible

Nota: Fm = Formación, Gr = Grupo

Fuentes:

POMCA Capítulo 2 Diagnóstico

INGEOMINAS: [http://www.simec.gov.co/portals/0/Mapas/Mapa\\_Miner\\_Metal.pdf](http://www.simec.gov.co/portals/0/Mapas/Mapa_Miner_Metal.pdf)

SGC: [http://aplicaciones1.sgc.gov.co/Bodega/i\\_vector/130/10/0100/20400/documento/pdf/0101204001101000.pdf](http://aplicaciones1.sgc.gov.co/Bodega/i_vector/130/10/0100/20400/documento/pdf/0101204001101000.pdf)

### 3. Hidrología e hidráulica

#### 3.1 Condiciones meteorológicas e hidrológicas generales.

##### 3.1.1 Condiciones meteorológicas e hidrológicas generales

La distribución de la precipitación a lo largo del año está marcada por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) sobre la zona ecuatorial, correspondiente a una franja de bajas presiones a donde llegan las corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de los grandes cinturones de alta presión, ubicados en la zona subtropical de los hemisferios Sur y Norte, dando origen a la formación de grandes masas nubosas y abundantes precipitaciones. La ZCIT tiende a seguir el desplazamiento aparente del sol con un retraso aproximado de dos meses.

La ocurrencia de dos estaciones lluviosas a lo largo del año, la primera de comienzos de abril a finales de junio y la segunda de septiembre a finales de noviembre, se originan por el paso de la ZCIT sobre la región Andina colombiana, con el movimiento de sur a norte de la ZCIT para el primer período húmedo y el desplazamiento descendente de norte a sur para el segundo período; intermedio a la ocurrencia de los dos períodos húmedos se intercalan dos períodos secos.

Además del paso de la ZCIT, el segundo proceso climatológico que determina el comportamiento de la precipitación en la cuenca tiene su origen en los sistemas convectivos locales, generando lluvias de carácter orográfico especialmente en las zonas altas de la cuenca del río Negro.

La precipitación promedio de la cuenca es aproximadamente 2000mm, variando entre los 1000 mm en la parte alta de la cuenca en el nacimiento del río Batán, en el sector suroriental, hasta los 2950 mm en la margen nororiental de la cuenca, en la sub-cuenca de los ríos Mores y Guaguaquí.

Fuente: POMCA

### 3.1.2 Condiciones de la observación hidrológica

#### (1) Estaciones meteorológicas (estaciones de precipitación)

Existen aproximadamente 20 estaciones de precipitación que IDEAM administra dentro de la cuenca, de las cuales 2 cuentan con la función de comunicación en tiempo real (Quebrada Negra y Villeta, instaladas en 2006) las cuales registran datos por hora. Otras estaciones registran únicamente precipitación diaria.

En el análisis realizado en este IFMP-SZ , se utilizaron los datos de las estaciones administradas por la CAR también. En la siguiente tabla se presenta una lista de las estaciones administradas por IDEAM y la CAR. Las estaciones con el código de 7 dígitos son las estaciones administradas por la CAR.

Tabla 3.1.1 Lista de estaciones meteorológicas en la cuenca

Code	Nombre	Tipo	Cuenca/Río	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Altura (m)
23060150	PTO LIBRE	PM	NEGRO	Cundinamarca	PUERTO SALGAR	5.758278	-74.627333	1836
23060090	YACOPI	PM	HATICO	Cundinamarca	YACOPI	5.500000	-74.366667	1416
23060110	CAPARRAPI	PM	PATA	Cundinamarca	CAPARRAPÍ	5.352194	-74.494778	127
23060140	TUSCOLO EL	PM	NEGRO	Cundinamarca	GUADUAS	5.078222	-74.611806	975
23060160	SAN PABLO	PM	QDA PITA	Cundinamarca	CAPARRAPÍ	5.485083	-74.462417	12
23060170	PALMA LA	PM	MURCA	Cundinamarca	LA PALMA	5.349361	-74.389111	1462
23060180	PENON EL	PM	NEGRO	Cundinamarca	EL PEÑÓN	5.253444	-74.294500	14
23060190	UTICA	PM	NEGRO	Cundinamarca	ÚTICA	5.196083	-74.485500	497
23060200	SUPATA	PM	SUPATA	Cundinamarca	SUPATÁ	5.059694	-74.239167	1798
23060260	CHILAGUA FCA	PM	TOBIA	Cundinamarca	NOCAIMA	5.064639	-74.382028	15
23060270	CABRERA LA	PM	NEGRO	Cundinamarca	PACHO	5.133333	-74.150000	2
23060290	SILENCIO EL	PM	NEGRO	Cundinamarca	SASAIMA	4.973167	-74.412056	1425
23060370	ESTANCIA LA	PM	TOBIA	Cundinamarca	LA VEGA	4.966667	-74.366667	128
23065060	STA TERESA	CO	NEGRO	Cundinamarca	ALBÁN	4.842167	-74.461694	22
23065100	SABANETA	CO	NEGRO	Cundinamarca	SAN	4.901750	-74.307389	2475

Code	Nombre	Tipo	Cuenca/Río	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Altura (m)
					FRANCISCO			
23065110	YACOPI	CO	MORAS	Cundinamarca	YACOPI	5.484167	-74.354583	1347
23065120	CABRERA LA	CO	NEGRO	Cundinamarca	PACHO	5.141556	-74.139361	2
23065130	MONTELIBANO	CO	MORAS	Cundinamarca	YACOPI	5.466667	-74.366667	1340
23065140	STA BARBARA	CP	DULCE	Cundinamarca	SASAIMA	4.950000	-74.416667	1450
23065150	STA ROSITA	CP	NEGRO	Cundinamarca	EL PENON	5.283333	-74.283333	1430
23065200	TRAPICHE EL	CO	VILLETA	Cundinamarca	VILLETA	5.028194	-74.503917	1068
2306033	AGUA FRÍA	PM	QDA. CHARCON	Cundinamarca	QDA. NEGRA	5.100222	-74.472167	1319
2306034	SAN ISIDRO	PM	CUNE	Cundinamarca	VILLETA	5.049556	-74.506361	1136
2306039	TIESTOS LOS	PM	NEGRO	Cundinamarca	LA PALMA	5.355917	-74.408222	1664
2306308	NEGRETE	PM	RIO NEGRO	Cundinamarca	PACHO	5.096861	-74.154083	2318
2306507	INST. AGRÍC. ESC. VOCACIONAL	CP	RIO NEGRO	Cundinamarca	PACHO	5.158639	-74.023889	1932
2306516	ACOMODO EL	CP	RÍO NEGRO	Cundinamarca	LA VEGA	5.017667	-74.309667	1384
2306517	GUADUAS	CP	RÍO GUADUERO	Cundinamarca	GUADUAS	5.056500	-74.597972	1052
2306519	CAPARRAPI	CP	RÍO NEGRO	Cundinamarca	CAPARRAPÍ	5.340389	-74.495167	1311

PM: Precipitación

CP: Climatológica principal

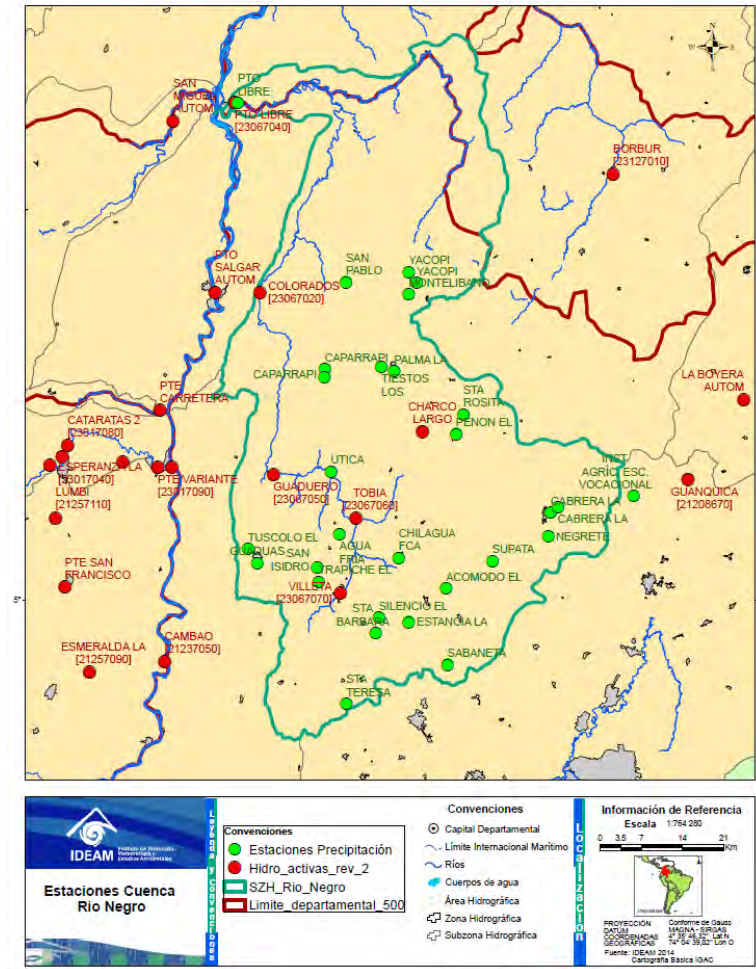
CO: Climatológica ordinario

Fuente: Datos de Sr. Fabio, 11 de julio de 2017

La siguiente figura presenta las estaciones de la lista anterior con datos de precipitación diaria. Para una de ellas existe información desde 1958, sin embargo los tiempos de información disponible varían de una estación a otra.



En la siguiente figura se presenta la localización de las estaciones en la cuenca del Río Negro.



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 26 de mayo de 2017

Figura 3.1.2 Ubicaciones de estaciones meteorológicas e hidrológicas en la cuenca

## (2) Estaciones de nivel del agua

En la siguiente tabla se presentan las estaciones que tienen información de nivel de agua en la cuenca, administradas por IDEAM. Dentro de estas, 2 estaciones (Tobia y Villeta) registran datos horarios, y en las 6 restantes se realizan 2 mediciones diarias. Las 6 estaciones cuentan con los datos de la sección transversal del punto de observación, y las estaciones en Colorados, Guaduro, Tobia, Charco Largo cuentan con curvas H-Q. Las ubicaciones de las estaciones se presentan en la Figura 3.1.2, junto con las estaciones de precipitación.

Tabla 3.1.2 Lista de estaciones de nivel del agua en la cuenca

Code	Name	Municipio	Este(m)	Norte(m)	Altura (m.s.n.m)	Tipo	Años de registro
2306702	Colorados	Puerto Salgar	945794	1100394	286	LG	52 – 02
2306704	Puerto Libre	Puerto Salgar	937649	1127241	180	LG	65 – 02
2306705	Guaduro	Guaduas	946145	1066476	410	LG	65 – 02
2306706	Tobia	Nimaima	959076	1059095	620	LG	65 – 01
2306707	Villeta	Villeta	957220	1046194	790	LM	77 – 02
2306708	Charco Largo	La Palma	969359	1072304	940	LG	65 – 01

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar

LM: Limnimétrica

LG: Limnigráfica

Fuente: POMCA

Se presentan a continuación los periodos para los cuales existen datos del nivel del agua (nivel diario) disponibles en la Figura 3.1.3. Incluye la información sobre las estaciones actualmente fuera de servicio y las estaciones administradas por la CAR que no se encuentran en la lista anterior. Existen datos disponibles desde 1972, y en las 6 estaciones en la lista cuentan con los datos disponibles a partir de 1974 por lo general. Las estaciones de la CAR iniciaron la operación antes del año 2000 aproximadamente.

En la Figura 3.1.4 a continuación se presentan los periodos para los cuales existen datos de caudal disponibles (caudal diario). En las 6 estaciones, existen datos disponibles a partir de la segunda mitad de los 1970 por lo general.



Número de datos diarios de niveles por año para estaciones IDEAM y CAR en la cuenca de Río Negro																																																						
Código Estación	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015										
23067020	320	360	350	352	366	365	363	365	365	365	343	361	310	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	366	365	365	365	366	362	365	294	364	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365						
23067040				267	366	365	365	365	254	142	312	366	365	365	364	365	366	365	365	309	366	365	365	366	313	365	266	337	353	309	365	346	337	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
23067050				122	364	335	365	365	365	365	365	365	263	327	247	237	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
23067060				120	360	366	365	365	293	343	365	365	363	366	365	365	365	359	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
23067070				87	343	366	365	330	321	279	365	365	366	361	365	366	366	341	273	344	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
23067080				92	363	366	365	365	366	289	223	381	245	332	365	365	366	365	365	354	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
23067090				120	365	366	327	362	365	293	343	293	359	274	233	365	365	330	294	358	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366			
2306710																																																						
2306711																																																						
2306712																																																						
2306713																																																						
2306714																																																						
2306715																																																						
2306716																																																						
2306717																																																						
2306718																																																						
2306728																																																						
2306729																																																						
2306730																																																						

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 19 de julio de 2017

Figura 3.1.3 Número y periodo de datos del nivel de agua disponibles de las estaciones de IDEAM y la CAR en la cuenca

Número de datos diarios de Caudal por año para estaciones IDEAM en la cuenca de Río Negro																																																						
Estación	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015												
23067020	365	365	366	365	365	365	366	365	184	365	366	365	305	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365		
23067040				365	366	365	365	366	275	122	365	366	365	365	364	365	365	309	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
23067050	153	365	366	365	365	365	366	365	365	365	365	365	249	296	252	237	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	
23067060	120	360	366	365	365	303	366	365	365	365	366	365	366	365	365	365	359	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	
23067070				364	352	333	291	345	359	361	366	365																																										
23067080				365	366	365	365	366	365	365	366	335	243																																									
23067090				366	334	365	365	31	334	274	365	305	274	365	365	330	319																																					

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 19 de julio de 2017

Figura 3.1.4 Número y periodo de datos disponibles de caudal de las estaciones de IDEAM en la cuenca



### 3.2 Niveles del agua y caudal en las estaciones hidrológicas principales

A continuación se presentan los resultados de la organización y análisis de los datos de las 6 estaciones de IDEAM. Hay que tener en cuenta que en Colombia, recientemente hubo un cambio en el estándar de la elevación sobre el nivel del mar. Los niveles del agua en las estaciones generalmente utilizan el nivel de referencia en ese punto; sin embargo, hay casos en que la conversión de este valor a la elevación sobre el nivel del mar no se ha completado. Por lo tanto, los datos del nivel no son suficientemente confiables. Como resultado, se decidió utilizar los datos del caudal principalmente en el análisis del flujo del río en el IFMP-SZ .

#### (1) Caudal máximo anual

En la tabla a continuación se presentan el caudal máximo anual de cada estación. En todas las estaciones, se observa que el caudal máximo tiende a registrarse entre abril y mayo o entre octubre y noviembre en la mayoría de los casos.

Tabla 3.2.1 Lista del caudal máximo anual en las seis estaciones en la cuenca

año	COLORADOS			PTO LIBRE			GUADUERO			TOBIA			VILLETA			CHARCO LARGO		
	mes	dia	23067020	mes	dia	23067040	mes	dia	23067050	mes	dia	23067060	mes	dia	23067070	mes	dia	23067080
1974	11	24	530.2				11	24	282.5	11	20	148.8						
1975	3	2	676.5	10	27	665	5	3	765.0	5	5	180.2				5	8	113.3
1976	11	5	469.2	5	2	671.8	11	6	293.3	11	5	124.6				4	17	80.1
1977	11	18	403.3	11	15	788	11	8	255.0	11	8	123.4	11	11	50.55	11	18	74.5
1978	4	20	431.0	4	20	560	4	3	393.7	4	20	128.4	4	20	41.64	3	25	113.7
1979	10	30	565.0	10	30	779.3	6	3	635.6	10	22	239.4	11	1	56.55	10	22	147.5
1980	2	4	220.3	11	24	229.4	5	2	209.5	2	4	88.4	10	11	41.25	2	4	42.8
1981	5	31	502.5	5	11	816.5	5	10	639.7	5	13	223.5	11	20	45.30	4	19	125.7
1982	4	6	324.9	5	5	626.1	2	21	439.8	10	22	148.6	4	6	118.00	4	12	87.8
1983	12	12	316.5	10	30	566.4	4	13	216.9	4	21	160.2	12	11	43.90	4	11	84.7
1984	5	15	461.5	5	15	882.2	5	15	407.9	5	15	205.9	5	26	110.20	5	15	95.3
1985	10	24	424.7	10	24	442.5	10	24	286.6	10	9	122.1	10	25	111.40	5	16	84.2
1986	4	20	476.1	4	19	800.7	4	21	355.9	4	21	183.0				10	28	85.0
1987	5	23	468.8	11	1	995.4	10	30	460.1	10	30	189.3						
1988	11	16	711.0	12	8	1038	11	18	527.7	11	16	223.2	11	28	195.90	11	16	116.5
1989	10	15	323.5				2	4	256.2	1	4	149.0	1	3	232.00	1	4	95.4
1990	12	5	728.0	5	3	851	4	26	501.1	4	26	227.5	12	5	534.30	4	27	152.9
1991	5	21	372.0	5	1	588	3	28	459.5	5	3	186.6	3	26	90.90	5	20	123.5
1992	11	29	205.6	5	9	400.3	11	29	199.6	5	7	75.8	12	12	232.50	5	7	46.1
1993	11	29	331.8	4	21	482.3	12	18	268.5	11	30	149.0	12	17	72.60	5	6	126.8
1994	4	29	441.1	4	30	924.9	4	29	481.7	4	29	183.4	2	4	401.80	2	4	141.6
1995	12	12	434.1	11	25	638.7	4	22	343.9	4	23	161.6	12	12	107.00	11	18	87.8
1996	10	15	447.8	10	15	955.4	3	7	510.4	3	11	249.3	5	27	87.00	3	7	134.7
1997	11	21	153.6	11	10	378.4	11	21	201.2	2	11	102.6	1	27	21.40	6	8	83.2
1998	11	14	531.0	11	14	669.7	11	22	448.2	11	14	186.5	10	29	20.00	5	4	81.1
1999	2	22	675.8	2	22	1227	2	22	565.9	10	27	240.8	4	4	190.40	2	20	127.4
2000	11	1	435.0	5	8	710	2	29	289.7	2	26	134.1	3	24	73.35	2	29	70.9
2001	11	14	279.6	5	28	412.5	12	13	289.7	12	13	156.0	3	1	89.65	12	13	110.3
2002	4	25	833.4	4	26	836.4	4	25	782.8	4	25	356.0	4	25	98.55	4	25	358.6
2003	4	20	418.6	12	3	665.4	11	22	268.4	11	22	172.2	11	22	91.90	1	19	22.4
2004	11	7	484.8	10	23	951.7	5	18	327.9	11	18	194.3	11	19	68.87	11	9	110.3
2005	5	23	979.3	5	19	687	10	28	407.2	5	3	226.9	10	28	57.20	10	28	139.3
2006	12	12	1155.0	5	9	880.4	5	8	376.0	5	10	306.0	11	16	71.72	5	9	174.7
2007	4	28	1029.0	10	29	1105	4	6	352.5	4	7	290.4	10	29	159.00	10	29	132.0
2008	5	28	632.2	5	28	932.8	5	28	232.0	5	27	201.5	3	30	88.10	5	28	140.7
2009	3	25	437.2	3	20	673	5	4	252.0	3	31	156.9	3	25	123.30	3	24	86.6
2010	12	4	643.9	12	5	618.1	12	4	390.2	12	4	182.9	3	6	38.03	7	11	237.4
2011	4	22	844.1	11	9	898.2	4	19	751.2	4	12	247.6	12	3	46.14	4	12	200.7
2012	1	6	520.2	4	21	633.1	11	15	307.5	4	21	119.9	1	6	38.20	5	2	89.8
2013	12	23	469.5	4	21	603.4	5	3	424.8	5	3	214.0	5	5	48.82	5	3	157.3
2014	3	4	635.4	5	7	561.3	3	8	381.5	5	9	284.0	3	16	33.48	3	8	145.8
máximo			1155.0			1227.0			782.8			356.0			534.3			358.6
mínimo			153.6			229.4			199.6			75.8			20.0			22.4
promedio			522.5			721.7			396.1			186.4			109.2			118.7

Fuente: Equipo de proyecto de JICA basado en los datos de Sr. Fabio de IDEAM en Julio 2017

(2) Caudal máximo anual probable

En la tabla 3.2.2. se presentan los resultados del análisis de probabilidad del caudal máximo anual en cada estación utilizando los datos de observación arriba descritos.

Tabla 3.2.2 Caudal probable en estaciones hidrológicas principales en la cuenca

Estación	COLORADOS	PTO LIBRE	GUADUERO	TOBIA	VILLETA	CHARCO LARGO
No.	23067020	23067040	23067050	23067060	23067070	23067080
TR	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
2.33	965	976	645	356	137	254
5	1168	1184	835	449	245	334
10	1299	1346	991	526	359	398

15	1363	1435	1079	569	435	435
20	1404	1496	1142	599	493	460
25	1435	1543	1190	622	541	480
50	1520	1686	1339	693	705	541
100	1595	1825	1489	764	895	601

Fuente: Sr. Fabio, Febrero de 2018

### 3.3 Precipitación diaria en las estaciones principales

#### (1) Precipitación diaria máxima anual y precipitación diaria máxima histórica en las estaciones representativas

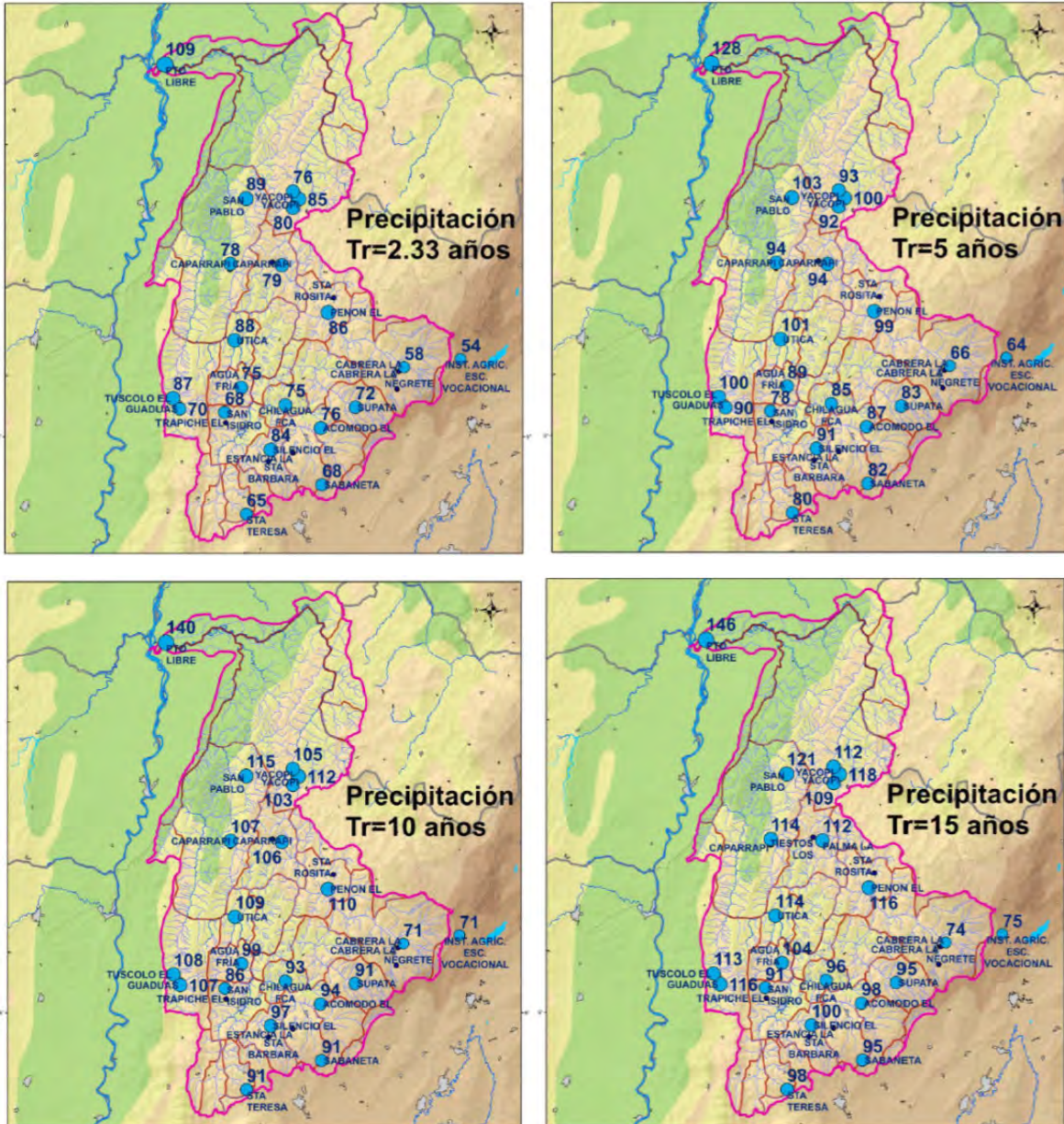
Se realizó el análisis con los datos de la precipitación diaria máxima anual en las estaciones que cuentan con datos disponibles durante más de 15 años. En la tabla a continuación, se presentan los resultados del análisis de probabilidad de la precipitación diaria máxima anual de cada estación y la precipitación diaria máxima histórica (el ejemplo de la columna extrema derecha de la tabla). En la tabla a continuación se observa que la precipitación diaria máxima histórica de cada estación es aproximadamente 100-200mm, equivalente de la precipitación diaria máxima anual con periodo de retorno de 50-100 años.

Tabla 3.3.1 Análisis de probabilidad de la precipitación diaria máxima anual y la precipitación diaria máxima histórica en las estaciones representativas en la cuenca

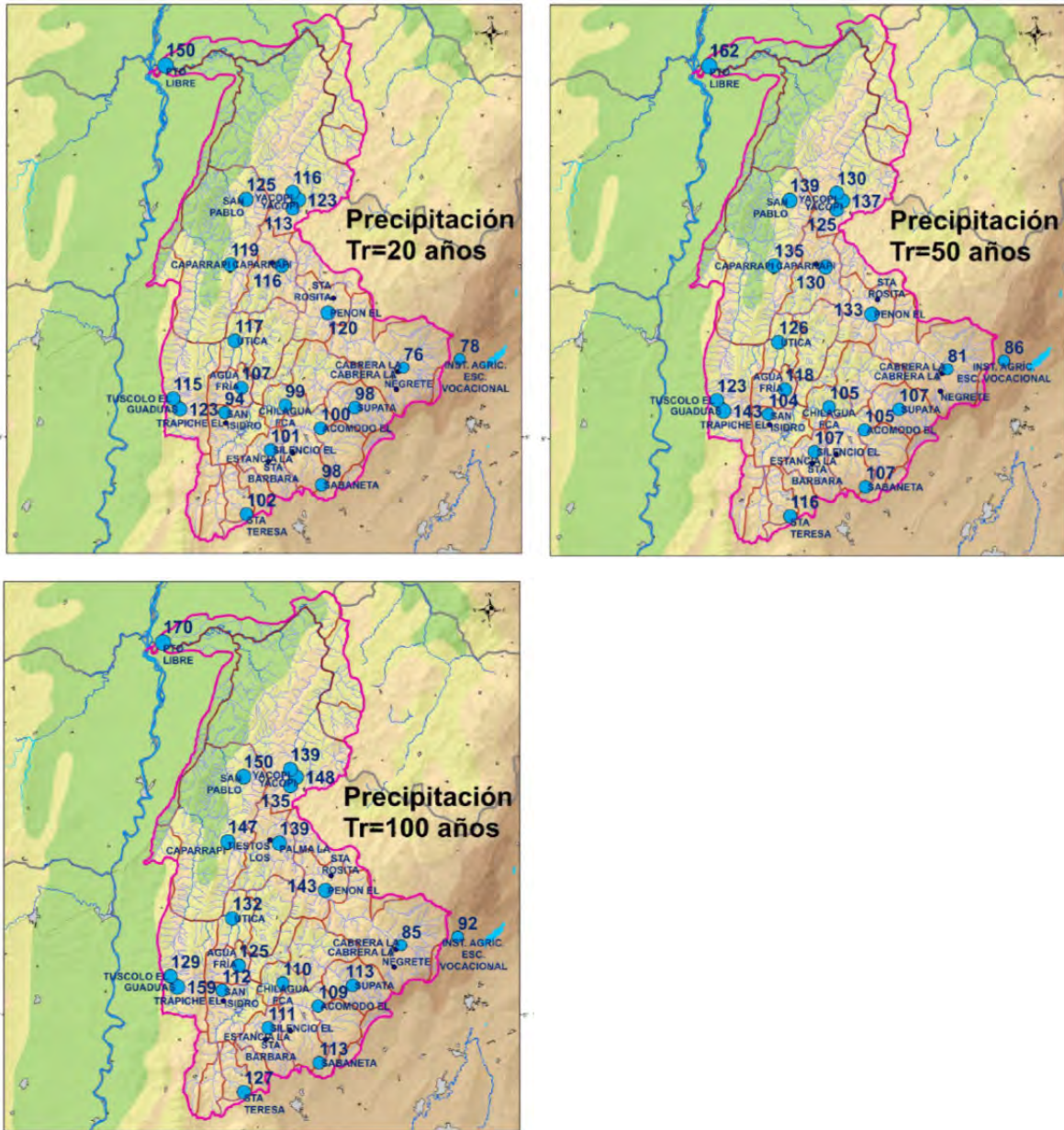
Cod - Tr (años)	Distribución	2.33	5	10	15	20	50	100	Max
23060150	normal	109	128	140	146	150	162	170	200
23060090	gamma	76	93	105	112	116	130	139	140
23060110	gumbel	78	94	107	114	119	135	147	138
23060140	normal	87	100	108	113	115	123	129	132
23060160	gumbel	89	103	115	121	125	139	150	152
23060170	log normal	79	94	106	112	116	130	139	140
23060180	gumbel	86	99	110	116	120	133	143	133
23060190	gamma	88	101	109	114	117	126	132	122
23060200	log normal	72	83	91	95	98	107	113	130
23060260	normal	75	85	93	96	99	105	110	116
23060270									
23060290	log normal	84	91	97	100	101	107	111	120
23060370									
23065060	gumbel	65	80	91	98	102	116	127	100
23065100	normal	68	82	91	95	98	107	113	105
23065110	gumbel	85	100	112	118	123	137	148	138
23065120	log normal	58	66	71	74	76	81	85	85
23065130	gumbel	80	92	103	109	113	125	135	135
23065140									
23065150									
23065200									
2306033	gamma	75	89	99	104	107	118	125	119
2306034	gumbel	68	78	86	91	94	104	112	81
2306039									
2306308									
2306507	log normal	54	64	71	75	78	86	92	90
2306516	weibull	76	87	94	98	100	105	109	110
2306517	log normal	70	90	107	116	123	143	159	150
2306519									

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 19 de julio de 2017

En la figura a continuación se muestra la distribución de la precipitación diaria con periodos de retorno arriba descritos en la cuenca. La precipitación es mayor en la sección noroccidental de la cuenca, y menor en la sección suroriental de la cuenca.







Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017

Figura 3.3.1 Precipitación diaria probable en la cuenca

(2) Precipitación diaria máxima anual y precipitación promedio anual de la cuenca

Al estudiar el mecanismo de escorrentía en la cuenca de Río Negro, se realizó el análisis de la precipitación diaria máxima anual y el valor máximo anual de la precipitación promedio de la cuenca en las estaciones dentro de la cuenca. El número estaciones en servicio varía de año en año; por lo tanto se obtuvo un promedio simple de la precipitación de la cuenca sin considerar el área de cada estación porque sería demasiado trabajo realizar el polígono de Voronoi para cada caso para el análisis de precipitación y porque este análisis se realizó como un estudio inicial con el fin de entender las tendencias de escorrentía en la cuenca.

A continuación se presentan los resultados del análisis.



## 4. Daños de inundación

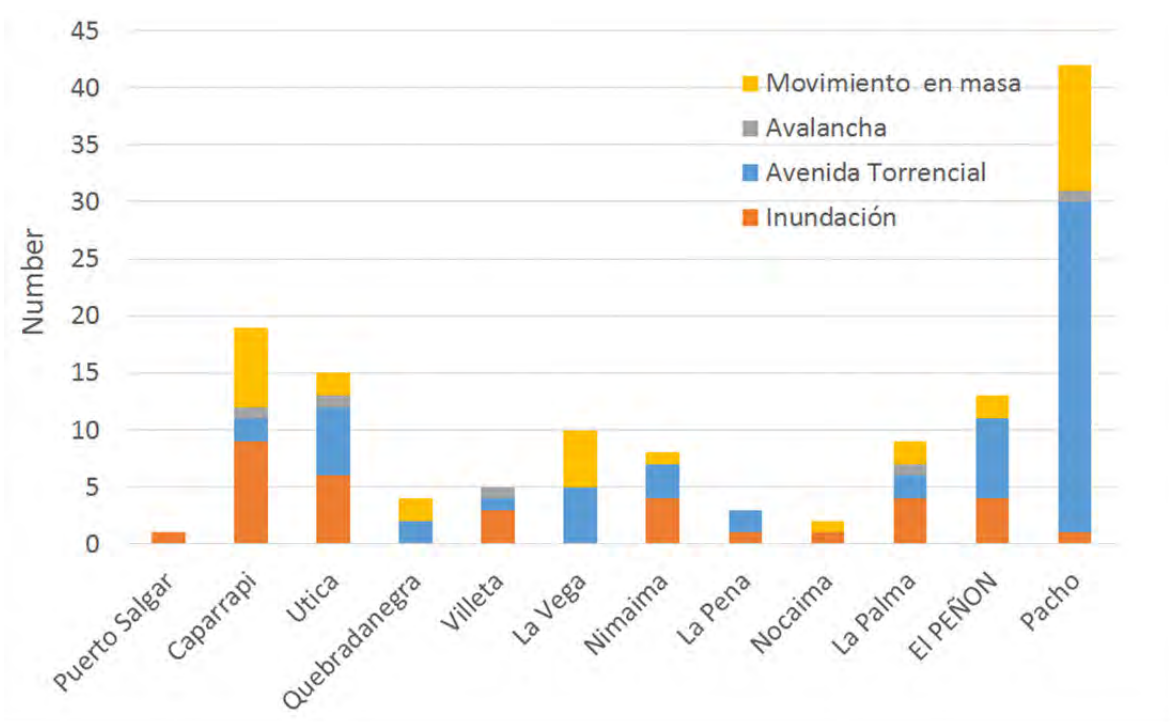
### 4.1 Inventario de los desastres pasados de inundación en la cuenca de Río Negro

#### 4.1.1 Ubicación y frecuencia de los desastres pasados relacionados con el agua

Como los datos de desastres pasados de inundación en la cuenca de Río Negro, se obtuvieron listas del Departamento de Cundinamarca y del Departamento Nacional de Planeación - DNP. En muchos casos la lista del Departamento de Cundinamarca incluye no solamente los nombres de municipios donde se generó el desastre sino también el nombre de las veredas, con explicación detallada de las condiciones del desastre, lo cual es positivo. Sin embargo, incluye información limitada sobre el número de personas y viviendas afectadas. Por otro lado, la lista de DNP no cuenta con la explicación de las condiciones del desastre con los nombres de los municipios, aunque sí incluye los datos cuantitativos sobre las personas y viviendas afectadas, organizados y de manera sistemática. En cuanto al periodo de los datos de las listas, la del Departamento de Cundinamarca es de 2008-2015, y la de DNP es de 1998-2016.

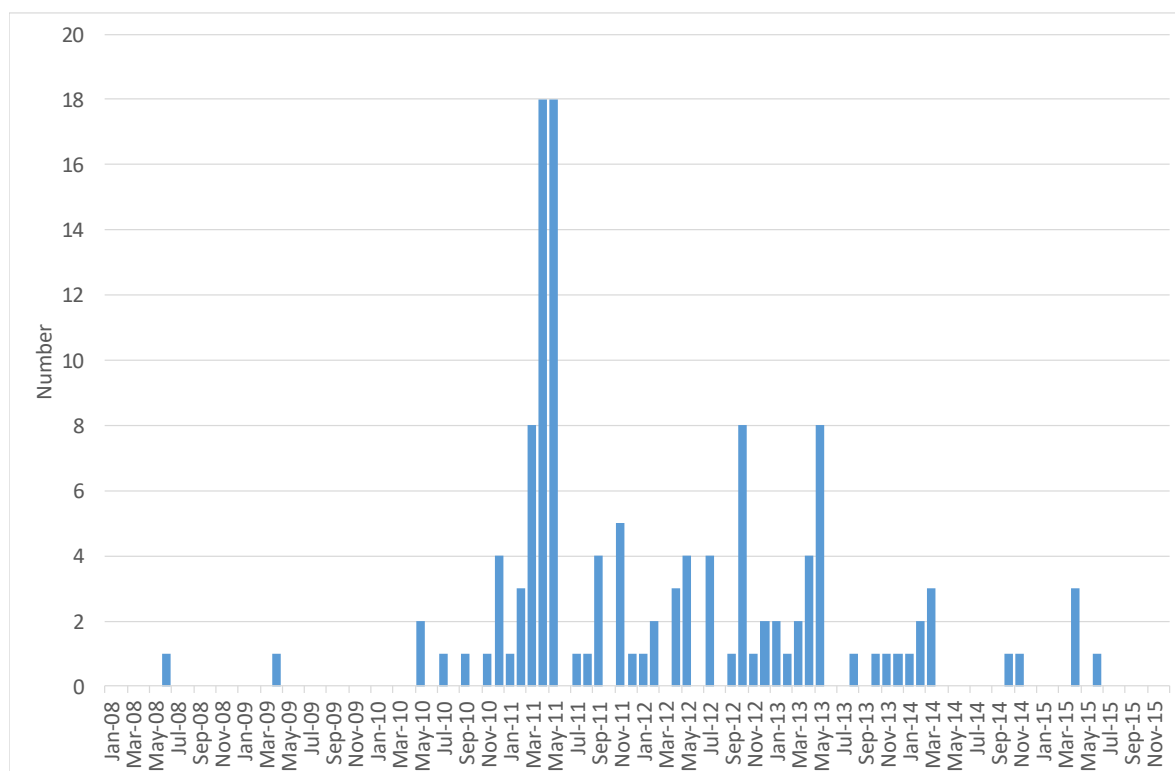
Las Figuras 4.1.1 y 4.1.2 son resultados de la organización de los datos del Departamento de Cundinamarca, y la Figura 4.1.1 enumera los municipios de la cuenca desde aguas abajo hacia aguas arriba, categorizando los tipos de desastre de inundación o de sedimentos. La Figura 4.1.2 muestra el número de casos de desastres generadas dentro de la cuenca por mes.

De estas figuras se puede observar que en la cuenca de Río Negro ocurren no solamente las inundaciones sino también bastantes desastres de sedimentos. En cuanto a las inundaciones, inundaciones lentas y avenidas torrenciales ocurren en las mismas cantidades. Se observan bastantes avenidas torrenciales en la cuenca alta o zonas montañosas, en su mayoría en las épocas de lluvia entre marzo y junio y entre septiembre y noviembre. También se observa que ocurrieron varios desastres en abril y mayo de 2011.



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Inoue el 9 de mayo de 2017

Figura 4.1.1 Eventos históricos de desastre por municipio con base en la base de datos del Departamento de Cundinamarca entre 2008-2015 en la cuenca



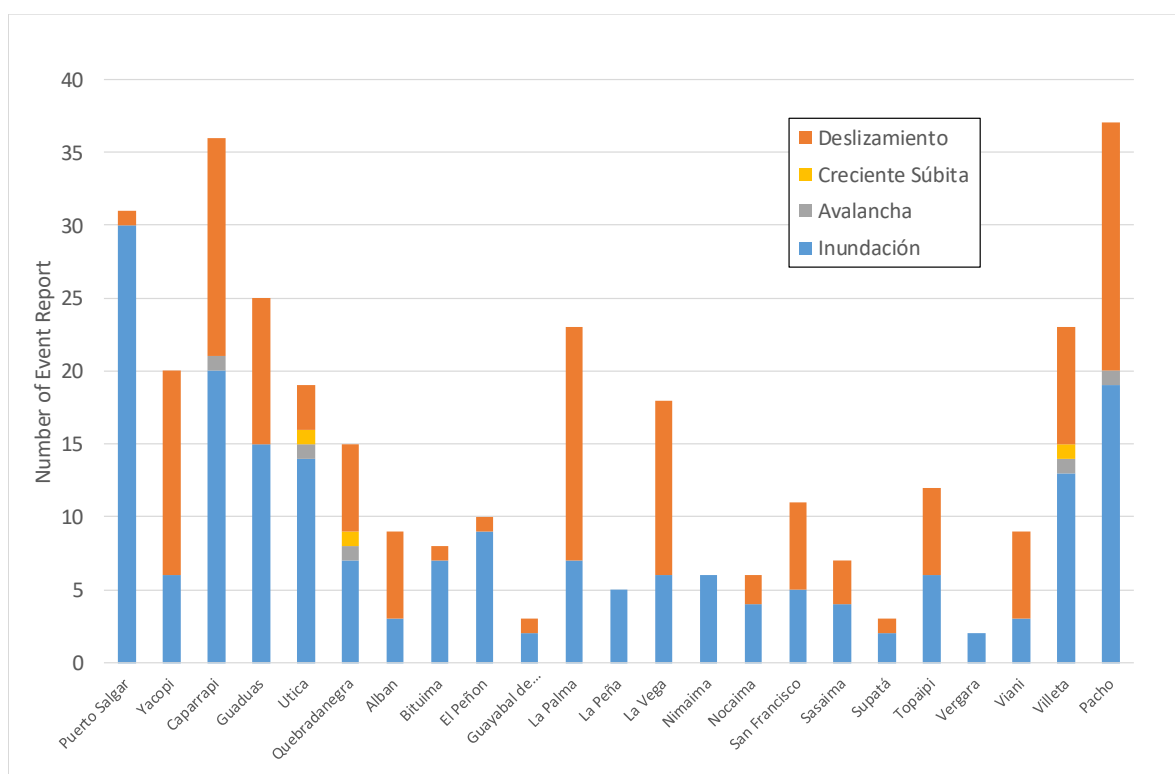
Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Inoue el 9 de mayo de 2017

Figura 4.1.2 Eventos históricos de desastre por mes con base en la base de datos del Departamento de Cundinamarca entre 2008-2015 en la cuenca



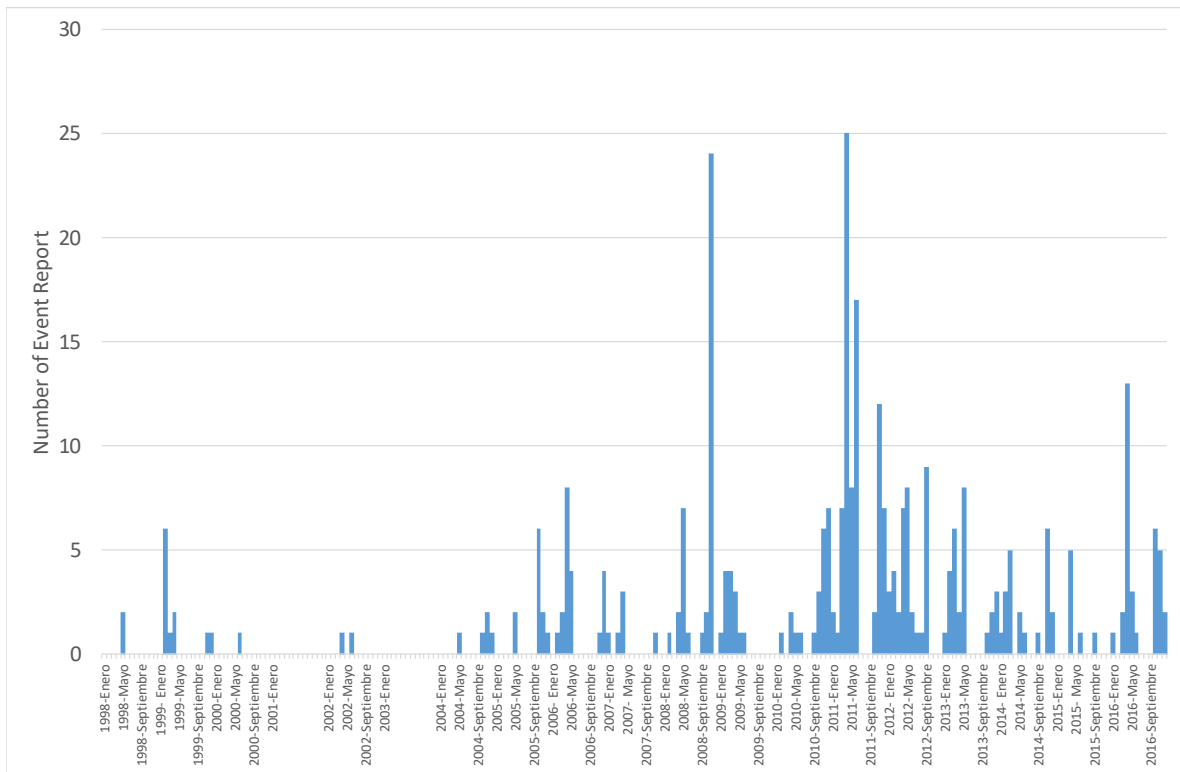
La Figura 4.1.3 y la Figura 4.1.4 son resultados de la organización de los datos de DNP, de la manera similar a los datos del Departamento de Cundinamarca. La Figura 4.1.3 enumera los municipios de la cuenca desde aguas abajo hacia aguas arriba, categorizando los tipos de desastre de inundación o de sedimentos. La Figura 4.1.4 muestra el número de casos de desastres generados dentro de la cuenca por mes.

De estas figuras se puede observar la característica de los daños de inundación en la cuenca de Río Negro, donde ocurren no solamente las inundaciones sino también bastantes desastres de sedimentos. Estos desastres ocurren en su mayoría en las épocas de lluvia entre marzo y junio y entre septiembre y noviembre. También se observa que ocurrieron varios desastres en noviembre de 2011 y de abril a junio de 2011.



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Inoue el 9 de mayo de 2017

Figura 4.1.3 Eventos históricos de desastre por municipio con base en la base de datos de DNP entre 1998-2016 en la cuenca



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Inoue el 9 de mayo de 2017

Figura 4.1.4 Eventos históricos de desastre por mes con base en la base de datos de DNP entre 1998-2016 en la cuenca

#### 4.1.2 Eventos pasados principales de inundación

La tabla 4.1.1 presenta la lista con el ranking de los desastres entre 1998-2016 con indicadores de 1. número de personas afectadas y 2. número de viviendas afectadas, con base en los datos de DNP. De esta lista se seleccionaron los 40 desastres con daños más grandes; y el color amarillo indica los primeros 20 desastres con daños más grandes, el color naranja indica los desastres en los lugares 21-30, y el color azul indica los desastres en los lugares 31-40 del ranking. En el eje horizontal se presentan los municipios y en el eje vertical el numero de desastres que han ocurrido en cada uno de ellos. Asimismo, con el fin de facilitar la comprensión de la extensión de desastres dentro de la cuenca, los desastres ocurridos en la misma fecha se presentan en la misma fila, para que así se pueda verificar si han ocurrido desastres en las fechas anteriores o posteriores. También incluye los desastres de rango bajo (que no entran los 40 principales) si ocurrieron en la misma fecha o en las fechas cercanas. Sin embargo, los desastres que no entran en los 40 principales no tienen color. Aunque los datos de DNP sólo cuentan con información sobre el lugar de ocurrencia de desastres a nivel municipal, como la comprensión del lugar de ocurrencia de desastres a nivel de veredas es más importante hacia aguas abajo en especial, se utilizaron los datos del Departamento de Cundinamarca para hacer lo posible para poder indicar los lugares de ocurrencia de desastres a nivel de veredas.

Basado en lo observado en la tabla a continuación, se puede concluir los siguientes puntos:

- Existen casos donde los desastres ocurren en un área grande de la cuenca. Los desastres ocurridos el 30 de noviembre de 2008, del 18 al 20 de abril de 2011, y el 30 de junio de 2011 muestran varios desastres que ocurrieron en distintos lugares de la cuenca en especial.
- Los desastres con grandes daños tienden a ocurrir aguas abajo de la cuenca.
- Al observar los datos a nivel municipal, los desastres con grandes daños ocurrieron en Puerto Salgar, Caparrapí, Yacopí y Pacho. Sin embargo, el desastre de Puerto Salgar puede ser un desastre en la parte urbana aledaña al Río Magdalena, fuera de la cuenca de Río Negro.
- Al observar los datos a nivel de veredas, el mayor número desastres ocurrieron en Córdoba, en el municipio de Caparrapí.

En la tabla 4.1.2 se presenta el resultado de la organización de los desastres ocurridos en Puerto Salgar, eliminando los generados por el río Magdalena. En ella se presentan desde el rango mas alto al mas bajo.

Se analizó las condiciones hidrológicas de la generación del desastre (precipitación y caudal) de los desastres de rango alto en esta lista. En la siguiente sección se presentan los resultados.

Tabla 4.1.1 Lista de los desastres de inundación de gran escala en la cuenca

Fecha	Ranking	Pro. Salgar		Yacopi	Cauca		Cundinamarca		Quindío		Utiña	Quibdó	Vilota	Sesima	Bibiana	Vianí	Quevedo de Sigüenza	Alban	La Vega	San Francisco	Mimiana	Vergara	La Peña	Nocaima	La Palma	Topapí	El Peñón	Supata	Pacho
		Pro. Salgar	Pro. Libia		Distrital	Candela	Cordoba	Guadalupe	Grass	Guadalupe																			
1999/4/10	10	Fundación (1500)																											
1999/11/1	9	Fundación (1500)																											
1999/2/22	17	Fundación (1190)																											
2000/6/23	15	Fundación (1290)																											
2002/6/6	15	Fundación (1290)																											
2005/11/10	32																												
2006/4/13	52	Fundación (630)																											
2006/4/14	34																												
2006/4/20	21																												
2006/11/15	8	Fundación (1500)																											
2008/4/28	11	Fundación (1485)																											
2008/5/26	5	Fundación (1190)																											
2008/10/12	38																												
2008/11/9	24	Fundación (900)																											
2008/11/19	1	Fundación (900)																											
2008/11/20	23	Fundación (0)																											
2009/11/5	2739	Fundación (400)																											
2010/11/6		Fundación (400)																											
2010/12/4	12	Fundación (1190)																											
2010/12/5	38	Fundación (630)																											
2011/2/3	33																												
2011/2/5	20																												
2011/3/8	3																												
2011/4/12																													
2011/4/14	6	Fundación (1704)																											
2011/4/15		Fundación (1704)																											
2011/4/19	19																												
2011/4/20	28																												
2011/4/20	28																												
2011/5/1	30																												
2011/5/1	27,3,12,25																												
2011/6/20	353749																												
2011/11/10	18	Fundación (1090)																											
2011/11/10	18	Fundación (1090)																											
2011/12/8	4	Fundación (630)																											
2012/9/18																													
2012/9/18	31																												
2013/2/19	22																												
2013/2/20																													
2014/11/8	115																												
2014/11/9	23	Fundación (740)																											

Top 10 and 20  
Top 30  
Top 40

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 26 de mayo de 2017

Tabla 4.1.2 Lista de los desastres de inundación de gran escala en la cuenca

Date	New ranking	Ranking	Pro Salgar	Colorados	Yacopi	Dindal	Cambres	Caparrapi	Coroiba	Guaqueiro	Caparrapi	Guaduas	Utica	Lebradaeng	Villeta	Sasaima	Bitúma	Viani	Guayabal de Siquima	Alban	La Vega	San Francisco	Nimaima	Vergara	La Peña	Nocaima	La Palma	Topajipi	
30/06/2011	1	2 7.13,14,25,3 5,37,40			Inundación n(1372)									Inundación n(168)	Inundación n(1522)	Inundación n(259)	Inundación n(160)	Inundación n(317)	Inundación n(338)	Inundación n(272)		Inundación n(486)	Inundación n(510)	Inundación n(2806)	Inundación n(4325)	Inundación n(327)	Inundación n(333)		
06/03/2011	2	3																Destilamiento ento(75)											
26/05/2008	3	5										Inundación n(134)																	
10/04/1999	4	10	masación(1250)																										
04/12/2010	5	12	Inundación n(135)		Inundación n(1488)																								
06/06/2002	6	15	masación(1250)																										
23/06/2000	7	16																											
22/02/1999	8	17																											
10/11/2011	9	18	masación(1190)																										
18/04/2011	10	26																											
19/04/2011	11	19																											
20/04/2011	12	28																											
05/03/2011	13	20																											
20/04/2006	14	21																											
19/02/2013	15	22																											
20/02/2013	16																												
09/11/2014	17	23																											
09/11/2008	18	24																											
05/11/2010	19	27																											
30/11/2008	20	29																											
01/05/2011	21	30																											
18/09/2012	22																												

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017



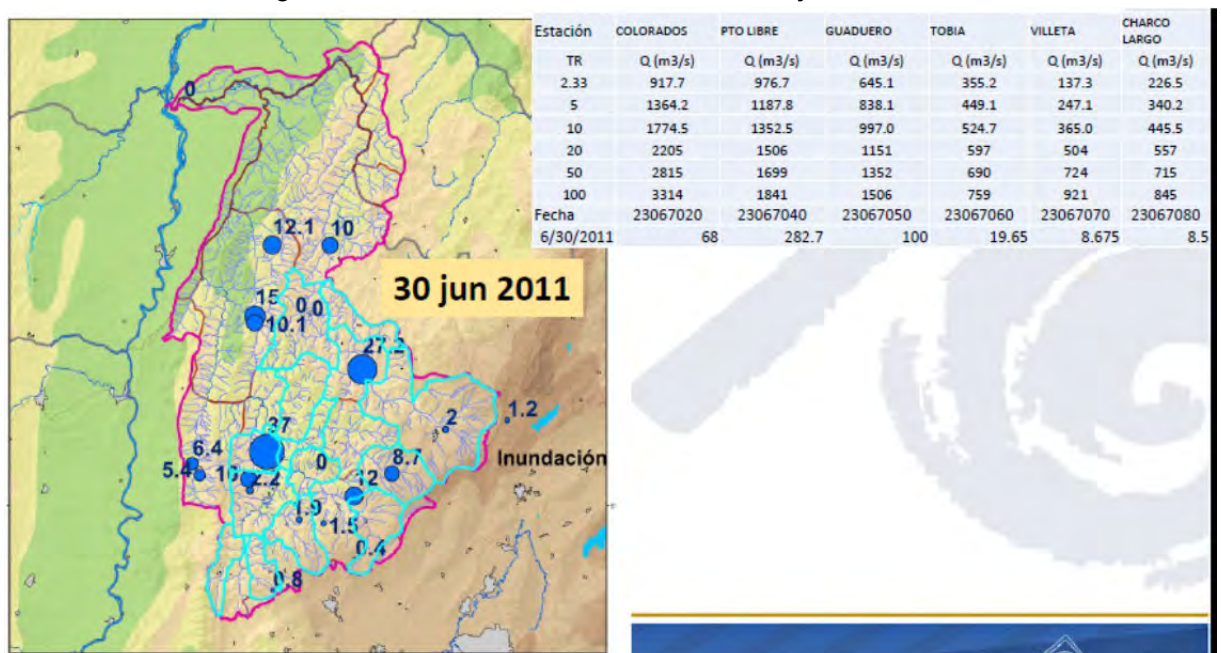
## 4.2 Análisis detallado de la relación entre los eventos de inundación y condiciones hidrológicas en la cuenca de Río Negro

Se realizó el análisis detallado de la inundación y condiciones hidrológicas, utilizando los resultados de la organización y el análisis de datos realizados en la sección anterior.

### 4.2.1 Condiciones hidrológicas en los eventos de inundación

Dentro de las inundaciones con daños más grandes presentados en el Numeral 4.1.2, se organizaron las condiciones hidrológicas (precipitación y caudal) de los 5 principales desastres cuando ocurrieron los eventos.

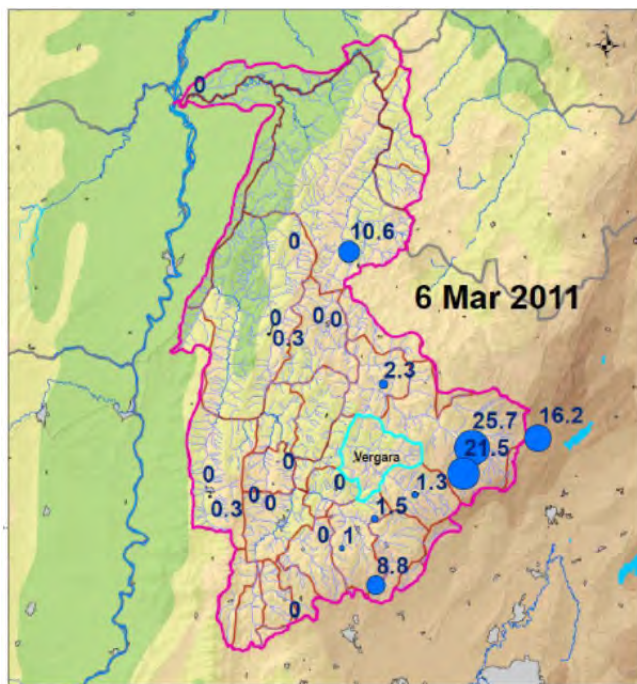
#### (1) Condiciones hidrológicas en el evento de inundación de 30 de junio de 2011



		Precipitación acumulada 5 días																						
		PTO LIBRE	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMA LA	PENONEL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRERA LA	SILENCIO EL	ESTANCIA LA	STA TERESA	SABANETA	YACOPI	CABRERA LA	TRAPICHE EL	AGUA FRÍA	SAN SIDRO	TIESTOS LOS	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI
año	mes día	23060150	23060140	23060160	23060170	23060180	23060190	23060200	23060260	23060270	23060290	23060370	23065060	23065100	23065110	23065120	23065200	2306033	2306034	2306039	2306507	2306516	2306517	2306519
2011	6 20	3.5	2.9	23.8	54.8	33.6	0	3.7	9.3	0	11	12	1.9	26.8	29.8	14.1	4.5	1.2	5	7	25	20.5	2.7	35.1
2011	6 21	3.5	2.9	27.2	67.4	34.6	0	3.7	9.3	0	11	12	1.9	26.9	39.3	14	4.5	1.2	5	14.9	25	20.5	2.7	36.7
2011	6 22	6.7	2.9	27.2	67.4	34.6	0	3.7	9.3	0	11	12	1.9	26.9	26.1	14	4.5	1.2	5	8.4	25	20.5	2.7	36.7
2011	6 23	6.7	2.9	36.3	70.2	32.6	0	5.8	19.2	0	12.2	12	8.1	28.7	32.1	14.2	4.5	1.2	5	11.9	22.8	33	1.9	37.5
2011	6 24	6.7	5.1	46.8	100.2	13.5	0	8.1	19.9	0	5.6	0	8.7	30.8	31.4	9.7	0	0	2	11.9	9.4	33.5	2	53.1
2011	6 25	6.7	3.6	31.3	69.1	3	0	7.7	15.1	0	3.2	0	8.8	5	28.6	3.9	0	0	0	11.9	3.5	19.5	1.2	21.1
2011	6 26	75.7	3.6	33.6	66.5	4.2	0	16	16.9	0	3.2	1	26	7.9	19.1	6.7	0	0	0	4	6.2	22	1.2	20.9
2011	6 27	69	3.6	33.6	66.5	4.2	0	16	16.9	0	3.2	2	29.2	10.9	19.1	6.5	0	0	0	3.5	6.2	22	1.2	20.9
2011	6 28	69	3.6	25	63.7	3.7	0	13.9	8.8	0	2	3	21.2	8.9	9.9	6	0	0	0	0	5	9.5	0.8	20.1
2011	6 29	110.5	3.3	7.1	20	2.7	0	10.4	9.6	0	29.3	30	24.4	6.9	14.5	7.8	1.2	10	15	0	2.7	10.5	3.1	3.5
2011	6 30	110.5	9.7	19.2	20	29.9	0	19.1	6.3	0	31.2	31.5	25	6.5	20.1	8.8	3.4	47	25	0	3.9	18.5	8	13.6

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017

(2) Condiciones hidrológicas en el evento del 6 de marzo de 2011



Estación	COLORADOS	PTO LIBRE	GUADUERO	TOBIA	VILLETA	CHARCO LARGO
TR	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
2.33	917.7	976.7	645.1	355.2	137.3	226.5
5	1364.2	1187.8	838.1	449.1	247.1	340.2
10	1774.5	1352.5	997.0	524.7	365.0	445.5
20	2205	1506	1151	597	504	557
50	2815	1699	1352	690	724	715
100	3314	1841	1506	759	921	845
Fecha	23067020	23067040	23067050	23067060	23067070	23067080
3/6/2011	364.3	371.6	358.8	59.33	28.99	54.22

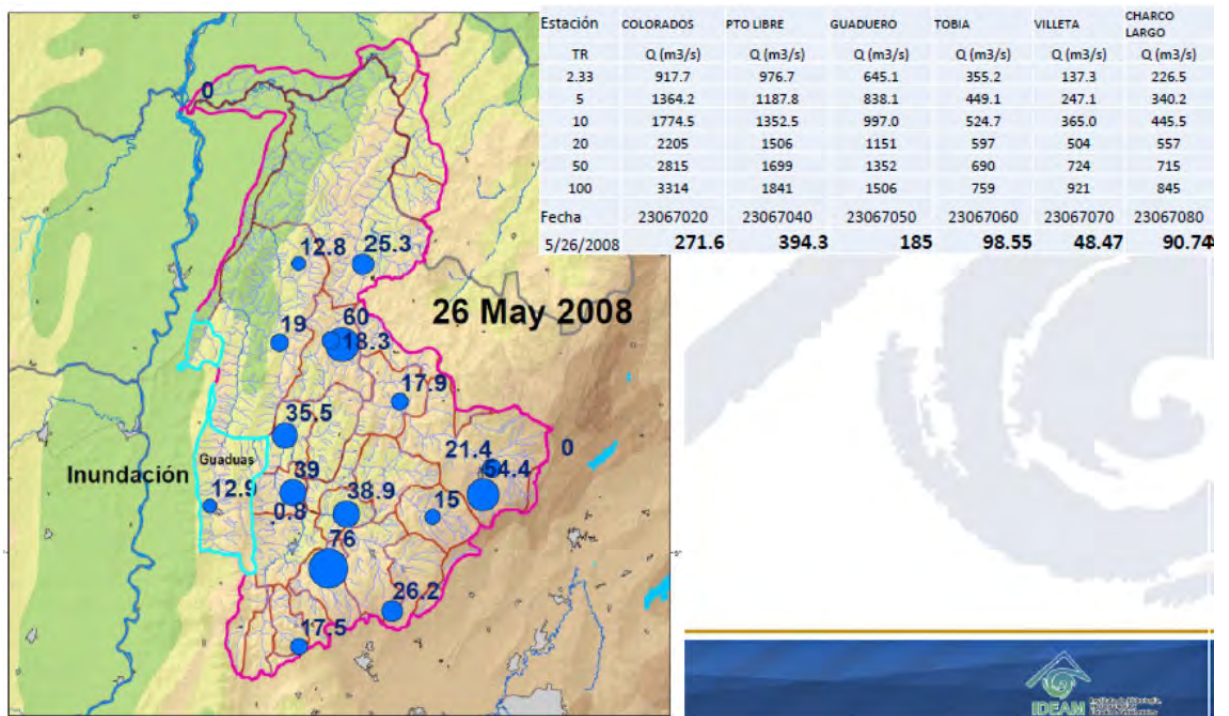
			Precipitación acumulada 5 días																													
año	mes	dia	PTO LIBRE	YACOPI	CAPARRAPI	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMA LA	PENON EL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRERA LA	SILENCIO EL	ESTANCIA LA	STA TERESA	SABANETA	YACOPI	CABRERA LA	MONTELIBAN	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TIESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC.	VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI
			23060150	23060090	23060110	23060140	23060160	23060170	23060180	23060190	23060200	23060260	23060270	23060290	23060370	23065060	23065100	23065110	23065120	23065130	23065140	23065150	23065200	2306033	2306034	2306039	2306308		2306507	2306516	2306517	2306519
2011	3	6	32.2	0	41	23	85.2	40.4	61.7	7	35.4	125	0	160	156	49.5	106	44.2	28	0	0	0	39	37	149	56	75		41.8	77.3	19	166

			Precipitación 5 días anteriores al evento																							
año	mes	dia	23060150	23060110	23060140	23060160	23060170	23060180	23060190	23060200	23060260	23060290	23060370	23065060	23065100	23065110	23065120	23065200	2306033	2306034	2306039	2306308	2306507	2306516	2306517	2306519
2011	3	1	12.5	30	31.3	20	31	45.1	29	49	25.5	20	63.8	17.2	22.2	8.9	30.4	53.1	35.2	40	30	12.4	26.1	16.3	5.2	94.6
2011	3	2	0	4.6	5.3	32.5	19.2	31.6	7	8.9	24.6	28	40.8	12.8	44	9	10	27.7	20	50	20	29.3	0	20.3	8	61.2
2011	3	3	2.5	0	16.4	9.8	15.2	10	0	19	14.4	15	24.6	7.5	23.5	2.4	8	6.9	0	45	8	7.3	19.7	15	4.7	43.6
2011	3	4	8.8	0	0	38.2	6	11.6	0	3.9	4.5	32	40.4	25.2	13.5	20.3	1	0	0	36	18	9.5	0.7	9	2.2	15
2011	3	5	0	28.5	1.4	0	0	8.5	0	2.5	81.1	85.4	50.5	4	24.3	0	3	1.7	17.3	10	10	18.4	9	15	2.2	25.3
2011	3	6	20.9	7.6	0	4.7	0	0	0	1.1	0	0	0	0	1.1	12.5	6	2.9	0	8	0	10.5	12.4	18	1.8	20.6

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017



(3) Condiciones hidrológicas en el evento del 26 de mayo de 2008



**Precipitación acumulada 5 días**

año	mes	dia	PTO LIBRE	YA COPI	CAPARRAPI	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMA LA	PEÑON EL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRIERA LA	SILENDO EL	ESTANCA LA	STA TERESA	SABANETA	YA COPI	CABRIERA LA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TIESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI
2008	5	26	5.8	0	102	86	61.3	185	88.1	54	101	102	0	153	0	51.4	112	96.3	89	0	0	0	0	81	13	140	133	63.2	0	0	0

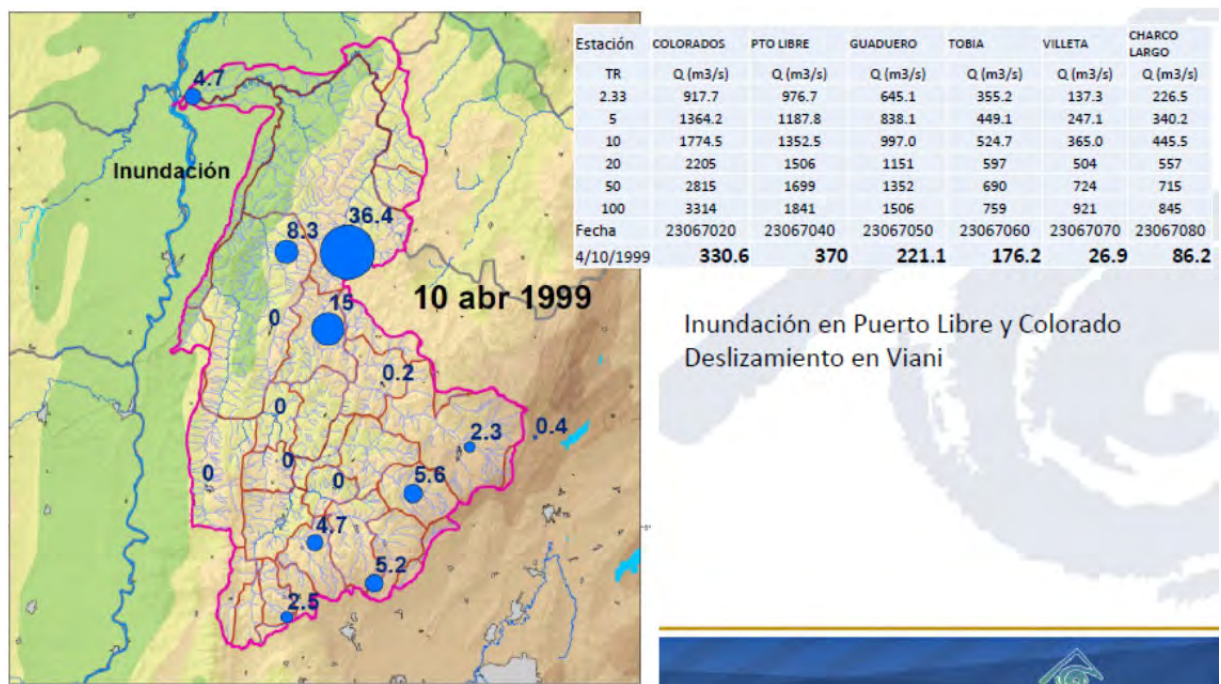
**Precipitación 5 días anteriores al evento**

año	mes	dia	PTO LIBRE	YA COPI	CAPARRAPI	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMA LA	PEÑON EL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRIERA LA	SILENDO EL	ESTANCA LA	STA TERESA	SABANETA	YA COPI	CABRIERA LA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TIESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI	
2008	5	22	0		42.3	35.3	12.4	56	20.1	0	5.5	13.5		35.4	15.8	15.2	36.4	6.1														
2008	5	23	3.5		28.6	12.5	13.7	10	28.1	0	25	2		10	6.2	12	6.2	16						10.8	0.3	18	10.2	18.5				
2008	5	24	2.3		12	23.3	8	30	18.1	18	36	13.8		23	8.6	46	20	35						6.8	0.8	18	27.2	11.3				
2008	5	25	0		0	2.1	14.4	29	3.9	0	20	33.3		9	3.3	13	8.4	10.5						21.4	0.8	54	31.1	0				
2008	5	26	0		19	12.9	12.8	60	17.9	36	15	38.9		76	17.5	26.2	25.3	21.4						39	0.8	18	54.4	0				

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017



(4) Condiciones hidrológicas en el evento de inundación del 10 de abril de 1999

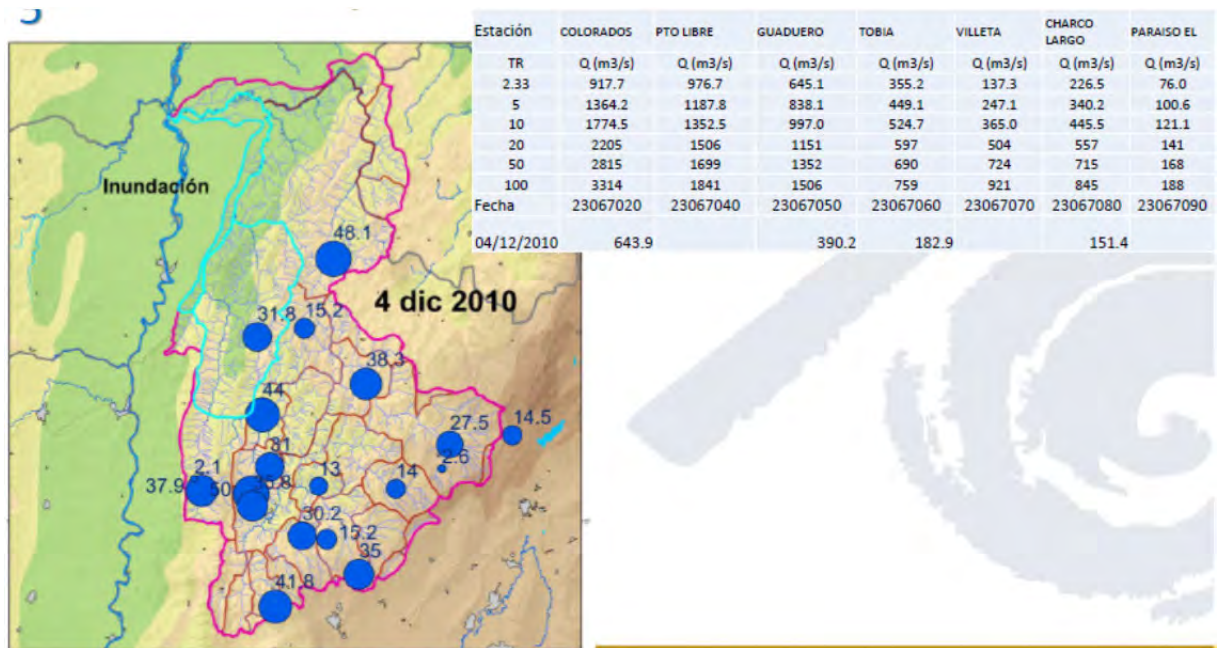


año	mes	dia	PTO LIBRE	YACOP	CAPARRAPI	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMALLA	PENONEL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CA BIERALA	SILENCO EL	ESTANCIALA	STA TERESA	SABANETA	YACOP	CA BIERALA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TIESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI
1999	4	10	85.9	0	75	100	36.5	21.8	75.7	88	106	84.5	0	165	0	63.5	27.2	120	85.8	0	0	0	0	60	0	0	0	79.1	0	0	0

año	mes	dia	PTO LIBRE	YACOP	CAPARRAPI	TUSCOLO EL	SAN PABLO	PALMALLA	PENONEL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CARRERA LA	SILENCO EL	ESTANCIALA	STA TERESA	SABANETA	YACOP	CARRERA LA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TIESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADUAS	CAPARRAPI
1999	4	6	0	53	55.9	4.6	0	26.1	52	2.2	14.5	28.4	1	3.6	42.6	40							25.3				35.7				
1999	4	7	81.2	11.5	0	16.6	1.9	2	0	25	0	39.8	28.2	0.9	32.8	12							6.3				6.3				
1999	4	8	0	6	33.2	4.1	0	43	0	32	50	37.8	28.5	15.4	3.3	19.5							16				15.8				
1999	4	9	0	4.5	11.3	2.9	4.6	4.4	36	42	20	53.8	3.3	2.1	4.5	12							12.2				20.9				
1999	4	10	4.7	0	0	8.3	15	0.2	0	5.6	0	4.7	2.5	5.2	36.4	2.3							0				0.4				

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017

(5) Condiciones hidrológicas en el evento de inundación del 4 de diciembre de 2010.



		Precipitación acumulada 5 días																													
añ	mes	dia	PTO LIBRE	YACOP	CAPARRAPI	TUSCOLOEL	SAN PABLO	PALMA LA	PENONEL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRERA LA	SILENCIO EL	ESTANGALA	STA TERESA	SABANETA	YACOP	CABRERA LA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADIAS	CAPARRAPI
2010	12	4	99.9	0	126	77	84.5	8	128	57	70.8	38.9	0	107	39.6	69.2	100	98.4	71.1	0	0	0	57	44	82	76.2	69	111.2	47.6	71	89.1

		Precipitación 5 días anteriores al evento																														
añ	mes	dia	PTO LIBRE	YACOP	CAPARRAPI	TUSCOLOEL	SAN PABLO	PALMA LA	PENONEL	UTICA	SUPATA	CHILAGUA FCA	CABRERA LA	SILENCIO EL	ESTANGALA	STA TERESA	SABANETA	YACOP	CABRERA LA	MONTELIBANO	STA BARBARA	STA ROSITA	TRAPICHE EL	AGUA FRIA	SAN ISIDRO	TESTOS LOS	NEGRETE	INST. AGRIC. ESC. VOCACIONAL	ACOMODO EL	GUADIAS	CAPARRAPI	
2010	11	30				20	14.2	3.5	8	30.5	13	0	1.4	12.5	5.6	19.2	18.4	18.5	11.6					0.5	5.7	32	0	49.2	6.2	16	11	2
2010	12	1	0	16.5	2.3	17.7			27.3	0	13	7.6		30	1.8	1.9	17	12	5.2				4.6	3.5	0	0	13	3.5	1.6	8.7	16.5	
2010	12	2	22.1		2	18.2	0		1.2	0	6.6	6.7		9.9	5.6	1.7	14	12.4	7.3				7	4.2	0	20	4	58.8	10	2.8	2.2	
2010	12	3	77.8		87	40	63.3		30.4	0	37	10.2		24.1	11.4	4.6	15.9	7.4	19.5				8.8	0	0	41	0	28.2	20	12	36.6	
2010	12	4	0		0	2.1	0		38.3	44	14	13		30.2	15.2	41.8	35	48.1	27.5				35.8	31	50	15	2.6	14.5		38	31.8	

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 5 de junio de 2017

De los anteriores ejemplos se evidencia que muchos de los eventos de inundación registrados en la cuenca son producto de precipitaciones localizadas en algunas de las subcuencas, y que adicionalmente parecen corresponder al efecto acumulado de precipitaciones ocurridas con anterioridad a la fecha del evento. En los casos presentados se destacan lluvias acumuladas en periodos de 5 días antecedentes a la fecha de registro del evento, los cuales son superiores a 80 milímetros de precipitación. Esta situación pudo generar la saturación de los suelos y la respuesta rápida de la cuenca ante precipitaciones menores el día del evento o el día anterior.



#### 4.2.2 Relación entre condiciones hidrológicas pasadas y la ocurrencia de eventos de inundación

Se realizó un análisis de las condiciones de la generación del desastre cuando la precipitación o el caudal tiene volumen alto.

##### (1) Relación entre volumen alto de precipitación promedio de la cuenca y los eventos de inundación

Se ordenaron las precipitaciones promedio anuales máximas del Numeral 3.3 (2) desde el valor más alto hacia el valor más bajo, y se confirmó la generación de desastres utilizando los datos de desastres de DNP. Como los datos de DNP se disponen a partir de 1998, y no se puede confirmar si se había generado un desastre acompañado por precipitación anterior a los años con datos disponibles, se tacharon los espacios para datos antes de 1997. Basado en los resultados de este ejercicio, se observa que existe una relación evidente entre volumen alto de la precipitación promedio de la cuenca y los desastres, aunque la magnitud de los desastres varían.

Tabla 4.2.1 Relación entre alto volumen de precipitación promedio de la cuenca y el registro de inundaciones pasadas

Rank	año	mes	día	Promedio	Inundación en DNP	Rank	año	mes	día	Promedio	Inundación en DNP
1	2011	5	13	51.5	Rank 142 (May 13)	24	1987	4	27	34.1	
2	2016	4	1	50.1	Rank 243 (Apr. 1) y varios (Apr. 2)	25	1980	10	3	33.8	
3	1979	10	21	49.0		26	1990	4	23	33.7	
4	1985	4	30	45.7		27	2004	5	18	33.1	No
5	1976	4	11	43.9		28	1999	2	21	32.7	Rank 17 y varios (Feb. 22)
6	2002	4	24	43.8	Rank 62 (Apr. 25)	29	1996	3	6	32.7	
7	1991	10	7	41.3		30	1978	4	19	32.4	
8	1975	5	2	40.3		31	1977	10	23	31.7	
9	1972	8	18	39.5		32	2007	10	28	30.8	No
10	2013	5	4	38.6	Rank 58, 258 (May 5)	33	2006	11	14	30.6	Rank 8 (Nov. 16)
11	1994	11	4	38.3		34	2001	3	20	30.4	No
12	1973	11	14	37.6		35	1974	10	14	30.0	
13	1986	4	18	37.6		36	1995	12	3	29.9	
14	2008	11	25	37.2	Rank 92 (Nov. 28)	37	1998	9	22	29.5	
15	2015	11	4	37.0	No	38	2010	11	16	29.2	Rank 100 (Nov. 18)
16	1982	10	19	37.0		39	1993	5	25	28.7	
17	1981	10	23	36.1		40	1988	4	3	28.6	
18	1983	10	15	35.8		41	1989	10	27	28.4	
19	2014	11	10	35.4	Rank 23 (Nov. 9)	42	1997	9	8	28.0	
20	1984	11	6	34.9		43	2012	10	15	27.7	No
21	1971	1	16	34.9		44	2003	4	9	25.1	No
22	1992	5	30	34.9		45	2009	10	24	24.0	No
23	2005	10	23	34.5	Rank 134 y varios (Oct. 24)	46	2000	9	9	24.0	No

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

##### (2) Relación entre el caudal anual máximo en Puerto Libre y los eventos de inundación

Se ordenaron desde el valor más alto hacia el valor más bajo los datos del caudal anual máximo en la estación de Puerto Libre, la estación en el punto más bajo de la cuenca. Luego se confirmó la generación de desastres utilizando los datos de desastres de DNP. Como los datos de DNP se disponen a partir de 1998, y no se puede confirmar si se había generado un desastre acompañado por precipitación anterior a los años con datos disponibles, se tacharon los espacios para datos antes de 1997. Basado en los resultados de este ejercicio, se puede concluir que hay casos en que existe

una relación evidente entre volumen alto de la precipitación promedio de la cuenca y los desastres; sin embargo, la correlación entre la magnitud de los desastres y el valor del caudal no es muy fuerte.

Tabla 4.2.2 Relación entre el caudal anual máximo en Puerto Libre y el registro de inundaciones pasadas

Rank	año	mes	día	23067040	Inundación en DNP	Rank	año	mes	día	23067040	Inundación en DNP (top 40)
1	1999	2	22	1,227.0	Rank 17, 127, 137, 174, 175	21	1976	5	2	671.8	
2	2007	10	29	1,105.0	No	22	1998	11	14	669.7	
3	1988	12	8	1,038.0		23	2003	12	3	665.4	No
4	1987	11	1	995.4		24	1975	10	27	665.0	
5	1996	10	15	955.4		25	1995	11	25	638.7	
6	2004	10	23	951.7	Rank 182	26	2012	4	21	633.1	Rank 23 (Apr. 23)
7	2008	5	28	932.8	Rank 5, 98, 321 (May 26) Rank 320 (May 29)	27	1982	5	5	626.1	
8	1994	4	30	924.9		28	2010	12	5	618.1	Rank 36 (Dec. 5)
9	2011	11	9	898.2	Rank 18, 153 (Nov. 10)	29	2013	4	21	603.4	Rank 135 (Apr. 22)
10	1984	5	15	882.2		30	1991	5	1	588.0	
11	2006	5	9	880.4	Rank 56, 66 (May 10)	31	1983	10	30	566.4	
12	1990	5	3	851.0		32	2014	5	7	561.3	Rank 192 (May 9)
13	2002	4	26	836.4	Rank 62 (Apr. 25)	33	1978	4	20	560.0	
14	1981	5	11	816.5		34	1993	4	21	482.3	
15	1986	4	19	800.7		35	1985	10	24	442.5	?
16	1977	11	15	788.0		36	2001	5	28	412.5	No
17	1979	10	30	779.3		37	1992	5	9	400.3	?
18	2000	5	8	710.0	No	38	1997	11	10	378.4	?
19	2005	5	19	687.0	No	39	1980	11	24	229.4	?

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

- (3) Análisis de ocurrencia simultánea de condiciones hidrológicas altas en la cuenca, y la relación entre condiciones hidrológicas altas en toda la cuenca y los eventos de inundación

Con el fin de confirmar la simultaneidad de la ocurrencia de inundaciones en la cuenca, se aislaron las fechas en que se observó el caudal anual máximo en las 6 estaciones administradas por IDEAM, como se presenta en la tabla a continuación. En esta tabla, las celdas del mismo color representan los valores máximos que fueron observados simultáneamente (la fecha de observación del valor máximo es igual o +/- 1 día).

Basado en esta tabla, se puede concluir que la probabilidad de la ocurrencia simultánea del caudal máximo es alta.

Tabla 4.2.3 Caudales altos en toda la cuenca en las estaciones de IDEAM

año	COLORADOS			PTO LIBRE			GUADUERO			TOBIA			VILLETA			CHARCO LARGO		
	mes	día	23067020	mes	día	23067040	mes	día	23067050	mes	día	23067060	mes	día	23067070	mes	día	23067080
1990	12	5	728.0	5	3	851.0	4	26	501.1	4	26	227.5	12	5	534.3	4	27	152.9
1991	5	21	372.0	5	1	588.0	3	28	459.5	5	3	186.6	3	26	90.9	5	20	123.5
1992	11	29	205.6	5	9	400.3	11	29	199.6	5	7	75.76	12	12	232.5	5	7	46.1
1993	11	29	331.8	4	21	482.3	12	18	268.5	11	30	149	12	17	72.6	5	6	126.8
1994	4	29	441.1	4	30	924.9	4	29	481.7	4	29	183.4	2	4	401.8	2	4	141.6
1995	12	12	434.1	11	25	638.7	4	22	343.9	4	23	161.6	12	12	107.0	11	18	87.8
1996	10	15	447.8	10	15	955.4	3	7	510.4	3	11	249.3	5	27	87.0	3	7	134.7
1997	11	21	153.6	11	10	378.4	11	21	201.2	2	11	102.6	1	27	21.4	6	8	83.2
1998	11	14	531.0	11	14	669.7	11	22	448.2	11	14	186.5	10	29	20.0	5	4	81.1
1999	2	22	675.8	2	22	1227.0	2	22	565.9	10	27	240.8	4	4	190.4	2	20	127.4
2000	11	1	435.0	5	8	710.0	2	29	289.7	2	26	134.1	3	24	73.4	2	29	70.9
2001	11	14	279.6	5	28	412.5	12	13	289.7	12	13	156	3	1	89.7	12	13	110.3
2002	4	25	833.4	4	26	836.4	4	25	782.8	4	25	356	4	25	98.6	4	25	358.6
2003	4	20	418.6	12	3	665.4	11	22	268.4	11	22	172.2	11	22	91.9	1	19	22.4
2004	11	7	484.8	10	23	951.7	5	18	327.9	11	18	194.3	11	19	68.9	11	9	110.3
2005	5	23	979.3	5	19	687.0	10	28	407.2	5	3	226.9	10	28	57.2	10	28	139.3
2006	12	12	1155.0	5	9	880.4	5	8	376.0	5	10	306	11	16	71.7	5	9	174.7
2007	4	28	1029.0	10	29	1105.0	4	6	352.5	4	7	290.4	10	29	159.0	10	29	132.0
2008	5	28	632.2	5	28	932.8	5	28	232.0	5	27	201.5	3	30	88.1	5	28	140.7
2009	3	25	437.2	3	20	673.0	5	4	252.0	3	31	156.9	3	25	123.3	3	24	86.6
2010	12	4	643.9	12	5	618.1	12	4	390.2	12	4	182.9	3	6	38.0	7	11	237.4
2011	4	22	844.1	5	14	898.2	4	19	751.2	4	12	247.6	12	3	46.1	4	12	200.7
2012	1	6	520.2	4	21	633.1	11	15	307.5	4	21	119.9	1	6	38.2	5	2	89.8
2013	12	23	469.5	4	21	603.4	5	3	424.8	5	3	214	5	5	48.8	5	3	157.3
2014	3	4	635.4	5	7	561.3	3	8	381.5	5	9	284	3	16	33.5	3	8	145.8

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

Igual que el análisis arriba descrito, con el fin de confirmar la simultaneidad de la ocurrencia de inundaciones en la cuenca, se aislaron las fechas en que se observó el nivel anual máximo en las 6 estaciones administradas por IDEAM, como se presenta en la tabla a continuación. Las fechas del nivel anual máximo y del caudal anual máximo deberían coincidir, y en este sentido el ejercicio también sirve para verificar la veracidad de los datos. En esta tabla, las celdas del mismo color representan los valores máximos que fueron observados simultáneamente. Como en el análisis del caudal, basado en esta tabla, se puede concluir que la probabilidad de la ocurrencia simultánea del caudal máximo es alta.

Tabla 4.2.4 Niveles altos del agua en toda la cuenca en las estaciones de IDEAM

year	COLORADOS			PTO LIBRE			GUADUERO			TOBIA			VILLET A			CHARCO LARGO		
	month	day	23067020	month	day	23067040	month	day	23067050	month	day	23067060	month	day	23067070	month	day	23067080
1990	12	5	94.52	5	3	157.19	4	26	88.97	4	26	98.27	12	5	92.58	4	27	92.03
1991	5	21	93.22	5	1	156.44	3	28	88.84	5	3	97.99	3	26	90.23	5	4	91.97
1992	11	29	92.45	5	9	156.01	11	29	87.60	5	7	97.19	12	12	91.38	5	7	91.40
1993	11	29	92.99	4	21	156.24	12	18	88.09	11	30	97.73	12	17	90.23	5	6	91.94
1994	4	29	93.42	4	30	157.16	11	7	88.59	4	29	97.97	2	4	92.33	2	4	91.92
1995	4	19	93.21	5	30	156.38	4	22	88.24	4	23	97.83	12	12	90.61	11	18	91.76
1996	10	15	93.34	3	11	157.19	3	7	88.74	3	11	98.40	5	27	90.38	3	7	92.07
1997	11	21	93.09	11	10	155.92	11	21	87.76	2	11	97.40	1	27	89.52	6	8	91.71
1998	11	14	94.74	12	9	156.36	11	22	88.49	11	14	97.98	3	30	89.48	5	4	91.69
1999	2	22	95.17	2	22	157.60	2	22	89.72	10	27	98.34	4	4	90.13	2	20	92.03
2000	11	1	94.33	5	8	156.73	2	29	88.29	2	26	97.65	3	24	89.73	2	29	91.65
2001	11	14	93.66	5	28	155.74	12	13	88.39	12	13	97.82	3	1	89.96	12	13	91.93
2002	4	25	95.71	4	25	157.84	4	25	90.49	4	25	99.12	5	29	89.98	4	25	93.13
2003	4	20	94.33	12	3	156.40	11	22	88.29	11	22	97.92	11	22	89.98	1	19	91.10
2004	5	19	94.51	10	23	157.09	5	18	88.57	11	18	98.11	11	19	90.96	11	8	91.93
2005	5	23	96.07	5	19	156.57	10	28	88.46	10	24	100.09	3	8	91.66	10	24	92.11
2006	12	12	96.54	5	9	157.47	5	8	88.32	5	10	100.82	11	16	89.88	5	9	92.33
2007	4	28	96.28	4	27	157.23	4	6	88.22	4	7	98.58	10	29	90.73	10	29	91.95
2008	5	28	95.09	5	28	156.66	5	28	87.65	5	27	98.28	5	27	89.98	5	28	92.03
2009	3	25	94.37	3	20	155.97	5	4	87.74	3	31	97.60	3	25	90.23	3	24	91.52
2010	12	4	95.13	12	4	157.04	12	4	88.38	12	4	98.06	2	24	90.16	7	11	92.36
2011	4	19	96.16	5	14	157.14	4	7	90.83	4	12	98.43	4	22	92.61	4	12	92.43
2012	1	6	94.68	4	21	156.07	11	15	88.08	4	21	97.61	1	6	89.93	1	22	91.48
2013	12	23	94.47	11	7	155.89	5	3	88.54	5	3	98.24	5	5	90.18	5	3	91.98
2014	3	4	95.00	3	8	157.07	3	8	88.42	5	9	97.52	3	16	89.86	11	11	91.58

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

Adicionalmente, igual que el análisis arriba descrito, se aislaron las fechas en que se observó el nivel anual máximo en las 12 estaciones administradas por la CAR. En esta tabla, las celdas del mismo color representan los valores máximos que fueron observados simultáneamente. Se puede concluir que la ocurrencia simultánea del caudal máximo es relativamente frecuente, aunque es menor que en los datos de IDEAM.

Tabla 4.2.5 Niveles altos de agua en toda la cuenca en estaciones de CAR

year	month	day	2306710	month	day	2306711	month	day	2306712	month	day	2306713	month	day	2306714	month	day	2306715	month	day	2306716	month	day	2306717	month	day	2306718	month	day	2306728	month	day	2306729	month	day	2306730
1995	10	20	46	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
1996	3	21	46	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
1997	7	13	49	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
1998	3	23	40	3	23	100	8	21	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
1999	11	15	35	10	15	110	4	3	200	11	18	55	10	26	90	5	4	85	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2000	4	17	62	11	2	100	4	2	200	5	19	58	2	22	80	6	17	100	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2001	1	10	45	12	2	170	10	27	100	1	23	45	3	22	79	3	31	17	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2002	12	9	88	4	25	180	11	21	170	4	26	65	4	25	83	4	13	50	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2003	3	3	35	8	18	300	3	16	160	7	8	48	12	1	78	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2004	NaN	NaN	NaN	1	31	203	NaN	NaN	NaN	4	30	95	4	14	85	1	5	90	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2005	NaN	NaN	NaN	11	15	260	12	16	89	2	21	80	10	24	79	1	18	90	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2006	12	12	82	4	14	300	4	12	95	11	13	150	12	6	89	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2007	10	22	42	12	12	290	12	9	85	4	6	150	10	20	88	1	23	70	10	18	140	5	9	100	11	1	253	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2008	5	28	45	11	29	320	12	14	100	4	5	100	1	9	65	5	22	46	11	22	155	12	8	62	5	19	280	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN		
2009	5	4	48	1	19	300	1	12	100	5	3	100	3	25	85	11	5	75	11	6	120	2	24	89	3	29	300	3	31	235	4	1	93	5	6	80
2010	5	5	50	5	5	350	5	26	100	11	12	135	11	14	83	9	1	75	10	6	180	6	10	30	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
2011	4	22	56	5	18	450	4	10	100	4	15	140	4	20	90	12	11	69	3	5	164	2	15	100	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
2012	10	22	29	4	20	300	NaN	NaN	NaN	1	18	107	1	30	63	8	25	88	3	25	148	1	26	85	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
2013	5	5	49	11	9	360	NaN	NaN	NaN	5	21	190	11	17	80	6	21	70	12	23	169	5	6	80	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
2014	11	11	42	3	4	400	NaN	NaN	NaN	1	1	90	3	7	63	11	3	76	5	23	164	3	7	83	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
2015	3	17	33	3	16	300	NaN	NaN	NaN	1	25	90	4	16	45	4	12	68	3	17	149	2	28	249	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

En la tabla 4.2.6. se presentan los resultados del análisis, el cual permitió confirmar la ocurrencia de desastres en las fechas en que se observaron los valores máximos anuales simultáneamente, e con los 3 tipos de datos arriba descritos. A partir de 1998, existen 12 días en los cuales más de 3 lugares registraron el valor máximo simultáneamente en uno de los 3 tipos de datos.

Dentro de esos días, existen 6 días en los que ocurrieron desastres. Solamente en 2 de estos 6 días ocurrieron desastres con una magnitud que entra en el ranking de los principales 10 desastres.

Tabla 4.2.6 Records Relación entre el nivel alto del agua y el caudal alto en toda la cuenca y el registro de inundaciones pasadas

Year	Date with maximum value									Disaster List	
	Discharge (IDEAM)			Water Level (IDEAM)			Water Level (CAR)			DNP	Governacion
1990	4/26	4/27	3	4/26	4/27	3					
1994	4/29	4/30	4	4/29	4/30	3					
1998	11/14	-	3							-	
1999	2/20	2/22	4	2/20	2/22	4				Top 17	
2001	12/13	-	3	12/13	-	3				-	
2002	4/25	4/26	6	4/25	-	5	4/25	4/26	3	Top 62	
2003	11/22	-	3	11/22	-	3				-	
2005	10/28	-	3							-	-
2006	5/8	5/10	4	5/8	5/10	4				Top 56&66	-
2007							10/18	10/22	3	-	-
2008	5/27	5/28	5	5/27	5/28	6				Top 5 (5/26)	Yes
2010	12/4	12/5	4	12/4	-	4				Top 12&36	Top 12,13,14
2013	5/3	5/5	4	5/3	5/5	4	5/5	5/6	3	-	Top 6&20
2015							3/16	3/17	3	-	-

Criteria: more than 3 sta. more than 3 sta. more than 3 sta. Affected Person Affected Person

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 19 de julio de 2017

Es difícil identificar una relación clara entre las condiciones hidrológicas y los desastres de inundación basado en los resultados arriba descritos. Una posible causa de esto es que varias estaciones solamente observan el nivel del agua 2 veces al día (4 de las 6 estaciones administradas por IDEAM), y teniendo en cuenta que la inundación parece haber durado solo unas horas según las encuestas realizadas con los residentes, es muy probable que no se haya podido registrar el nivel pico. Otra posibilidad es que existen problemas de calidad de los registros de desastre (puede ser difícil verificar si la fecha que los datos tienen es la fecha de ocurrencia o de registro). La primera posible situación se puede resolver por la minuciosidad en el registro del nivel máximo del agua mediante una observación extraordinaria durante las inundaciones o el flujo alto. En la segunda posible situación, la forma de registro de desastre debe ser unificada y las reglas para mantener el registro de desastre deben ser compartidas en una lista; por ejemplo, puede ser útil poner "fecha de ocurrencia del desastre" y / o "fecha de registro de datos" en la fila del título de la lista de desastres, en lugar de poner "fecha".



#### 4.2.3 Condiciones reales de inundación en varias locaciones con base en el estudio de inundación

Con el fin de entender las condiciones de la generación de inundación y sus características en la cuenca de Río Negro, se realizó un estudio de inundación en las zonas de inundaciones frecuentes.

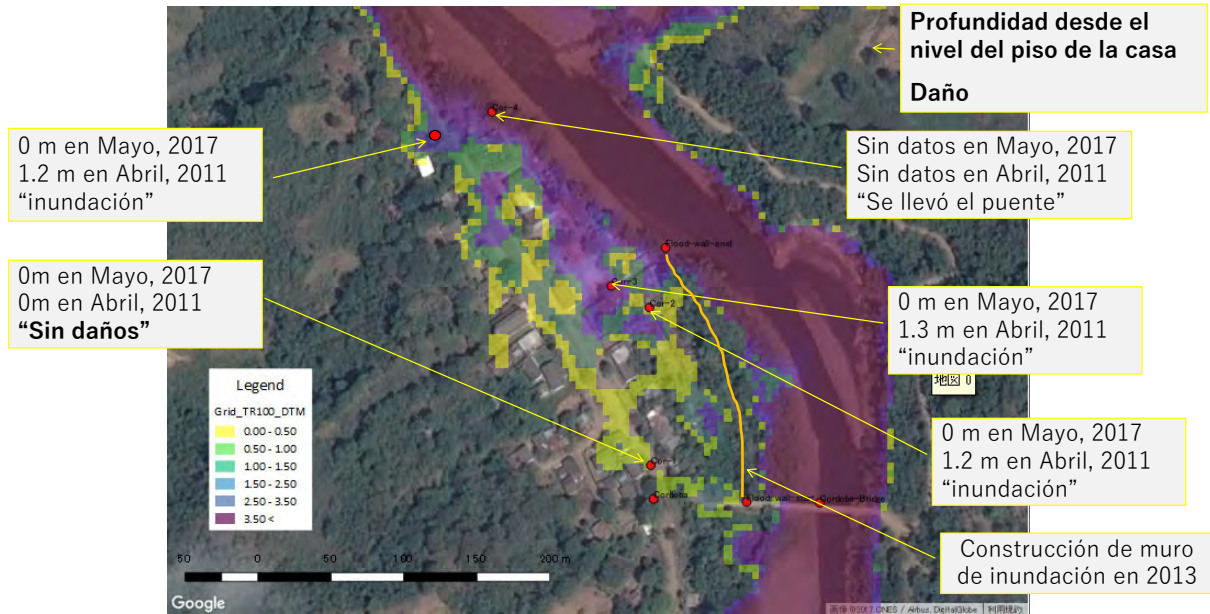
##### (1) Córdoba, en municipio de Caparrapí

Se realizó el estudio de campo en Córdoba el día 28 de julio de 2017 con el fin de recolectar la información sobre las características de inundación, las situaciones actuales de las medidas, la inundación máxima del pasado y la inundación de mayo de 2017.

Los hallazgos sobre la inundación en Córdoba son los siguientes:

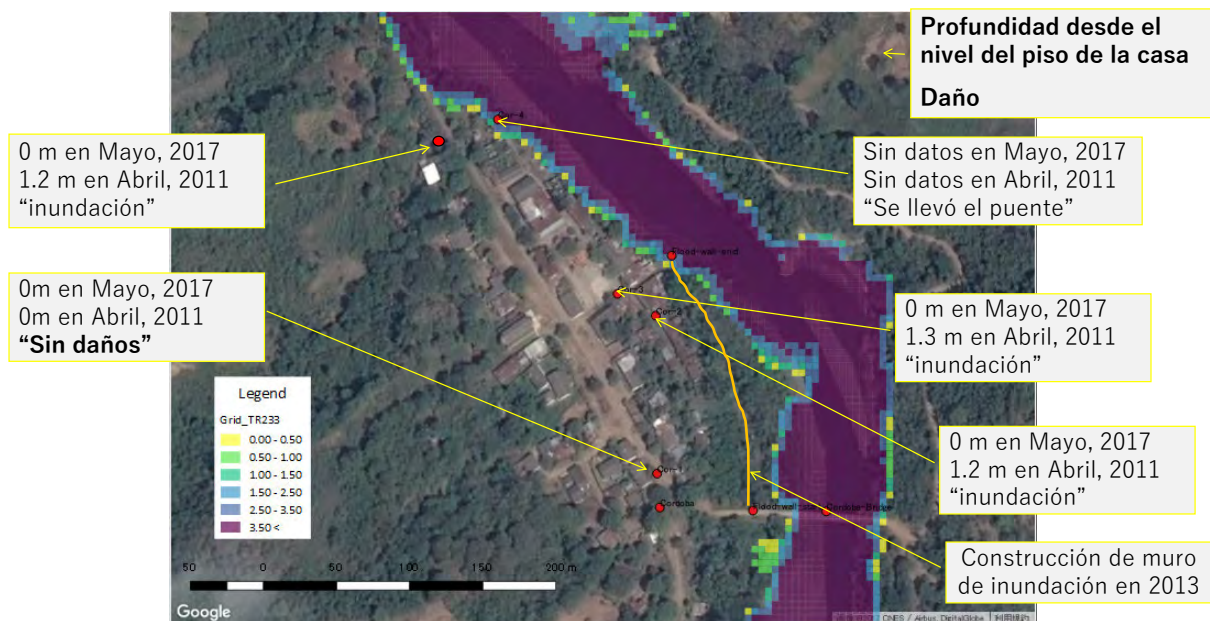
- Los desastres asociados con inundaciones ocurren frecuentemente
- La inundación máxima ocurrió en 1963 alcanzando un nivel de 3 mts en el centro del municipio.
- Se realizan simulacros de evacuación continuamente
- Los residentes reciben alerta de Útica y El Dindal
- La Quebrada Guatachí también influye en la inundación en Córdoba
- En cuanto a la inundación de Abril 2011
  - El caudal pico se registro entre las 2 y 3 a.m.
  - Niveles altos del agua continuaron por unas 3 horas
- Después de la inundación del Abril 2011
  - Algunas personas afectadas se mudaron a otras áreas => La población se disminuyó de 100 hogares a 70 hogares
  - La CAR en 2013 realizó dragados y construyo gaviones
- En la inundación de mayo de 2017 (el aumento del nivel) no causó daños.

La inundación máxima del pasado según la entrevista con los residents fue en 1963, y la inundación máxima en los años recientes fue en abril de 2011. La siguiente figura muestra la profundidad de la inundación en Córdoba en la inundación de abril de 2011 y mayo de 2017. Se realizó la comparación con el mapa de inundación del periodo de retorno de 100 años y 2.33 años que son resultados de la simulación (se elaborará sobre esto más adelante). El área y la profundidad de inundación con el periodo de retorno de 100 años coinciden en su mayoría con la profundidad de inundación observada en abril de 2011 en varios puntos donde se realizaron las encuestas. Basado en las marcas de inundación, la inundación de abril de 2011 debe haber sido equivalente a la inundación con periodo de retorno de 100 años.



Fuente: presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 22 de septiembre de 2017

Figura 4.2.1 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en Córdoba



Fuente: presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 22 de septiembre de 2017

Figura 4.2.2 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en Córdoba

## (2) El Dindal en el municipio de Caparrapí

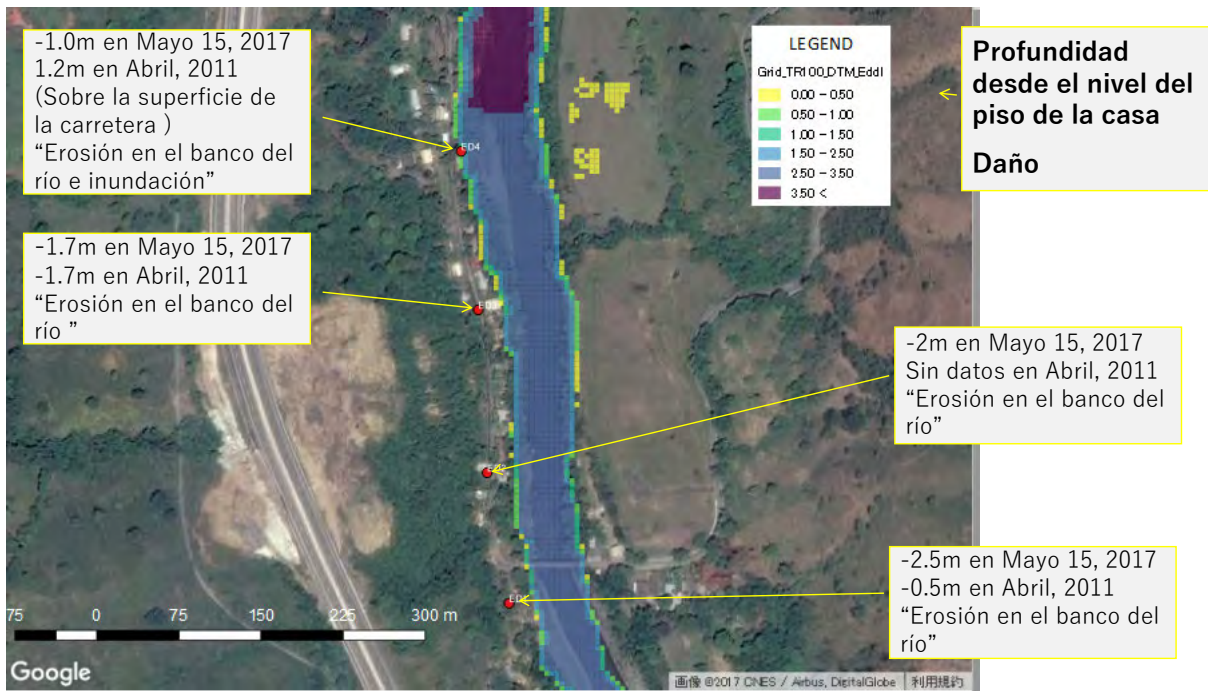
Se realizó el estudio de campo en El Dindal el 1 de junio de 2017 con el fin de recolectar la información sobre las características de inundación, las situaciones actuales de las medidas, la inundación máxima del pasado y la inundación del mayo de 2017.

Los hallazgos sobre la inundación en El Dindal son los siguientes:

- El desastre por inundación ocurre frecuentemente en Mayo y en Noviembre.
- El mayor daño causado por la inundación en El Dindal es la erosión del banco del río.
- Los residentes reciben alerta de Utica y Guadueros
- La inundación podría ocurrir por:
  - Caudal de un tributario como el Río Guadero que descarga en el curso del río principal, Río Negro.
- En la inundación de abril de 2011, una parte de la vereda se inundó; sin embargo, en la inundación de mayo de 2017 (el aumento del nivel) no se inundó la vereda, y el nivel del agua en todas las zonas aledañas del río fue más bajo del banco.

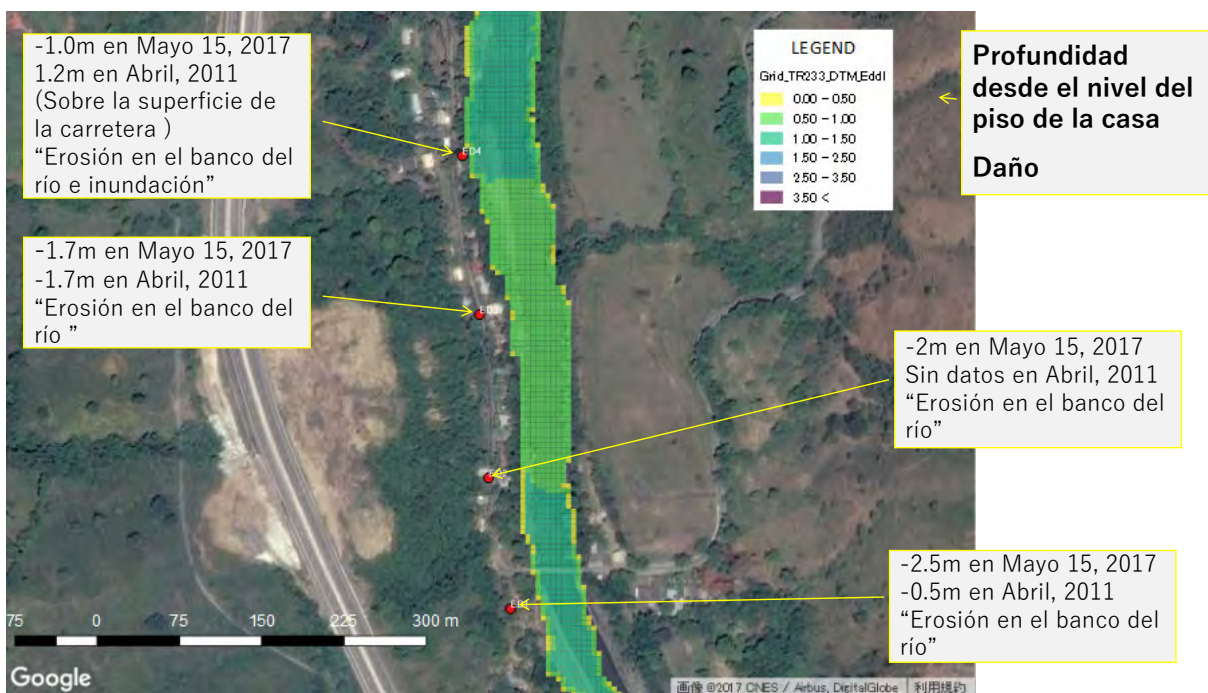
La inundación máxima del pasado según la entrevista con los residents fue en abril de 2011. A continuación se presenta la profundidad de la inundación en El Dindal (únicamente aguas abajo) en la inundación de abril de 2011 y mayo de 2017. Se realizó la comparación con el mapa de inundación del periodo de retorno de 100 años y 2.33 años que son resultados de la simulación. El área y la profundidad de inundación para el periodo de retorno de 100 años coinciden en su mayoría con la profundidad de inundación observada en abril de 2011, aunque en este municipio solo hubo un punto donde se inundó. Basado en las marcas de inundación, la inundación de abril de 2011 debe haber sido equivalente a la inundación con periodo de retorno de 100 años.

No presentan tantos daños de inundación en El Dindal, y se puede concluir que los daños de erosión son más graves.



Fuente: presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 22 de septiembre de 2017

Figura 4.2.3 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en El Dindal



Fuente: presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 22 de septiembre de 2017

Figura 4.2.4 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en El Dindal



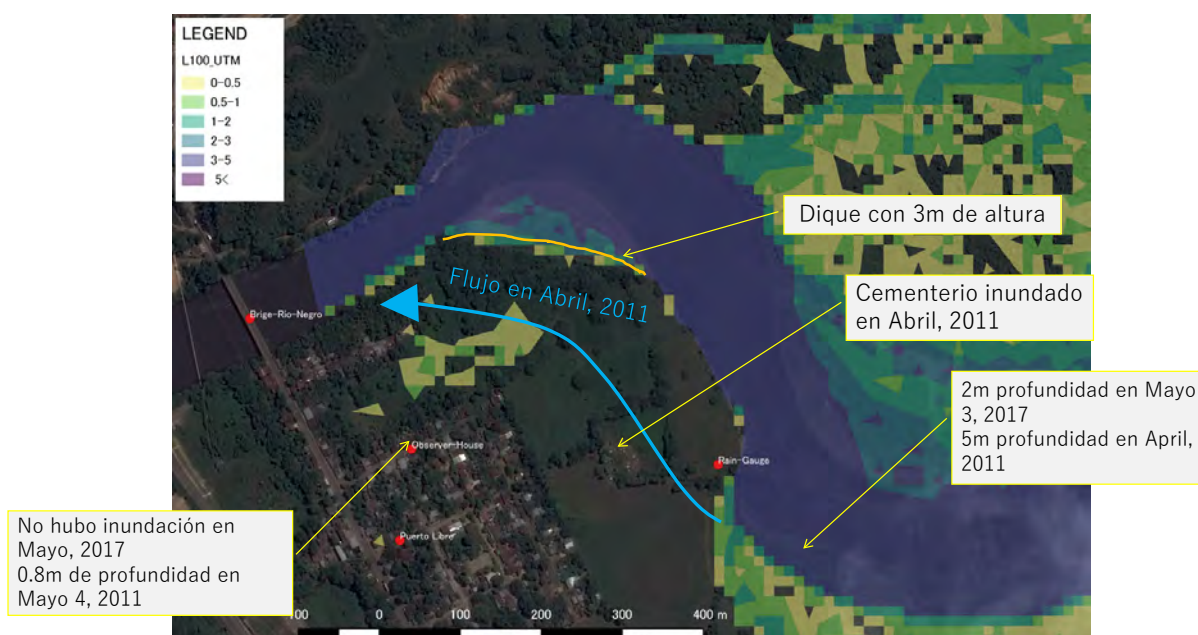
### (3) Puerto Libre en municipio de Puerto Salgar

Se realizó el estudio de campo en Puerto Salgar el 1 de junio de 2017 con el fin de recolectar la información sobre las características de inundación, las situaciones actuales de las medidas, la inundación máxima del pasado y la inundación del mayo de 2017.

Los hallazgos sobre la inundación en Puerto Salgar son los siguientes:

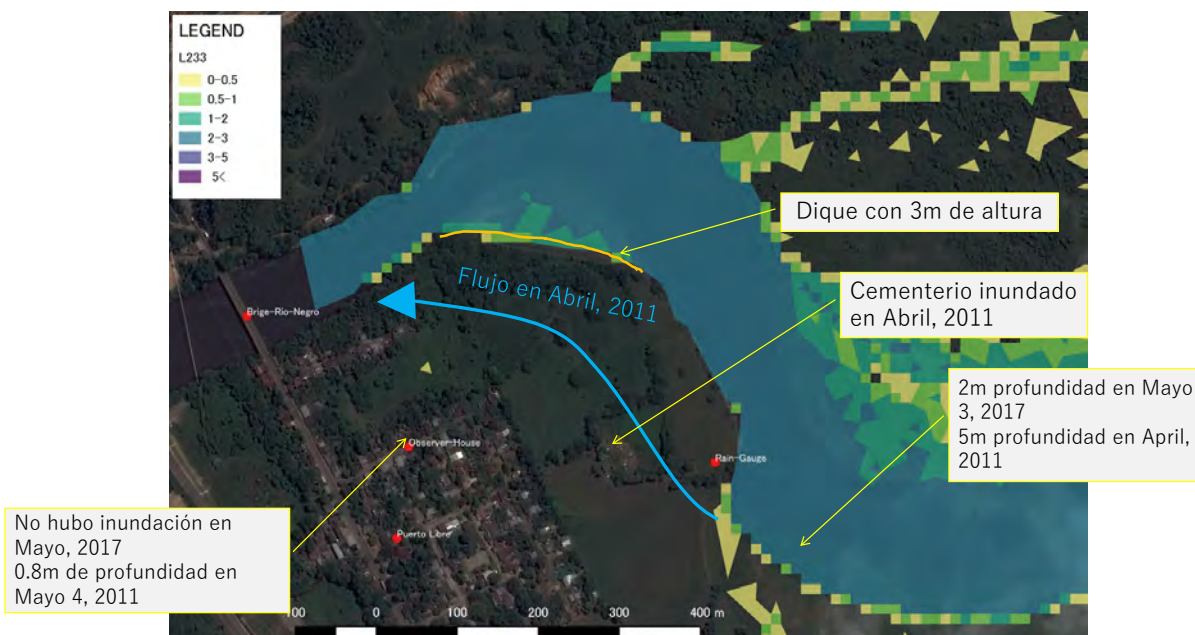
- La inundación a gran escala ocurre cada 6 o 7 años.
- El Cementerio se inundó por la inundación de Abril, 2011.
- El Dique se construyó en 2012 por el Municipio y el Departamento.
- Después de la construcción del dique, el área urbana no se afectó por la inundación.
- El banco izquierdo no se inundó pero el banco derecho fue inundado por la inundación de Mayo, 2017
- El máximo nivel de agua con 4.80m se registró a las 12:00pm( mediodía) en Mayo 18, 2017
- No ocurrió ningún daño en el área urbana de Puerto Libre en Mayo, 2017.

La inundación máxima del pasado según la entrevista con los residentes fue en abril de 2011. A continuación se presenta la profundidad de la inundación en Puerto Libre en la inundación de abril de 2011 y mayo de 2017. Se realizó la comparación con el mapa de inundación del periodo de retorno de 100 años y 2.33 años que son resultados de la simulación.



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 5 de junio de 2017

Figura 4.2.5 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (100 años) en Puerto Libre



Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Morita el 5 de junio de 2017

Figura 4.2.6 Resultados de la encuesta de Inundación y simulación del resultado (2.33 años) en Puerto Libre

(4) Otros puntos en la cuenca

Se realizaron estudios en otros puntos en la cuenca de Río Negro, aparte de los 3 puntos arriba descritos. En la tabla a continuación se presentan los hallazgos en cada punto.

Tabla 4.2.7 Hallazgos en los estudios de inundación en varios puntos

Vereda/Municipio	Fecha de estudio	Hallazgos
Útica	Agosto 1, 2015 Mayo 19-20, 2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los 4 desastres pasados de inundación han ocurrido a causa de la Qda. Negra. Ocurrieron en 1963, 1988, 1990 y 2011.</li> <li>• En la inundación de 2011, la represa natural de Qda. La Chorrera sufrió una ruptura en el tramo medio de Qda. Negra, y la profundidad de inundación fue 2.8m desde la parte aledaña al río del centro poblado hasta la Calle 6.</li> <li>• Después de la inundación de 2011, se realizó dragado del lecho del río y construcción de dique de tierra con el sedimento extraído por dragados en Qda. Negra, por un tramo de 3km. Se redujo la altura del lecho del río por 5m con dragado.</li> </ul>
Villeta	Oct. 20, 2015 Nov. 5, 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un gran caudal llegó al Río Villeta (tributario de Río Negro) en abril de 2011, causó erosión en el banco izquierdo donde está el hospital, y el agua de inundación llegó cerca del área del hospital.</li> <li>• El nivel de inundación llegó a 30cm en el terreno alto.</li> <li>• Se generó inundación en lugares bajos en el banco izquierdo aguas abajo (aguas abajo del hospital).</li> <li>• Se generó inundación en lugares bajos en el banco derecho, el banco opuesto donde está el hospital.</li> <li>• Después de la inundación de 2011, se construyó un muro de contención. El diseño (la altura del muro y la estructura) fue realizado por el municipio de Villeta. El municipio de Villeta y la CAR asumieron los costos.</li> </ul>
Pacho	Feb. 10, 2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante la inundación del 2011, las orillas de Río Negro fueron afectadas y algunas de las viviendas sufrieron daños. Después de la inundación estas áreas se declararon riesgosas y hubo la necesidad de</li> </ul>

Vereda/Municipio	Fecha de estudio	Hallazgos
		<ul style="list-style-type: none"> <li>reubicar a los residentes.</li> <li>En 2011, una gran cantidad de sedimento se depositó en el fondo del río.</li> <li>3,5 km fueron dragados aguas abajo de Pacho en el 2011, y 1,0 km en los últimos años básicamente con presupuesto de la CAR.</li> <li>El muro de contención de sedimentos a lo largo de la vía fue construido con recursos del Departamento de Cundinamarca.</li> </ul>
Cambrás	Julio 24, 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la inundación de 2011, no hubo inundación en el centro urbano, aunque en las partes en el occidente, aledañas al tributario, se presentó una lamina de agua de 30 cms de altura.</li> <li>En la parte occidental de la vereda el cauce pasaba más hacia el sur (el banco izquierdo) anteriormente, pero este cambió hacia el lado norte (el banco derecho) después de la inundación de 2011. Después de esta fecha no se han vuelto a presentar daños en la zona.</li> <li>Como mecanismo de alerta se genera comunicación desde El Dindal y Guaduro en el evento de inundación o se comunican a través de Whatsapp, y el líder comunitario le avisa a cada hogar.</li> <li>Se ha realizado simulacros para evacuación.</li> </ul>
Colorados	Julio24, 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hubo daños por la inundación en la inundación de 2011.</li> <li>Avisan desde Cambrás, Córdoba, El Dindal en evento de inundación.</li> </ul>
Guaduro	Julio 28, 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la inundación de 2011 no hubo inundación causada por el río principal de Río Negro, pero sí hubo inundación causado por el tributario al occidente de la vereda (Río Guaduro) que causó daños.</li> <li>En las inundaciones de los 1960 hubo daños causados por lo mismo (inundación causada por el tributario).</li> <li>Desde hace unos 4 años, se ha extraído bastante sedimento del banco izquierdo aguas abajo del río principal (hacia el occidente de la vereda) para la construcción del puente de la carretera, y ha ocurrido erosión en el banco izquierdo desde entonces. Cerca de la base del puente de la carretera, la erosión se ha avanzado. Ocurrió erosión en el banco izquierdo aguas abajo del río principal en la inundación de mayo de 2017.</li> <li>Recibe comunicación de Útica y Villeta en los eventos de inundación, y se le informa a toda la vereda a través de los altavoces de la empresa petrolera.</li> </ul>

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

## 5. Reconocimiento de Río Negro

La cuenca de Río Negro, con una población de 260.000 habitantes, tiene áreas de alta densidad de población dispersas, como la condición típica colombiana. La actividad económica principal de la cuenca es la agricultura, y en algunas partes se realizan actividades mineras, incluyendo desarrollo petrolero.

Una característica topográfica importante es que la mayoría de la cuenca pertenece a las partes montañosas, y el cauce principal es estrecho hasta cerca del tramo bajo. La pendiente del río es sumamente alta, y el agua de inundación no permanece en el área de inundación por mucho tiempo, en su mayoría unas horas. Las zonas que son afectadas por daños de inundación existen de manera dispersa, cerca de las áreas de alta densidad de población. En cuanto a las medidas actuales contra inundaciones en la cuenca, se implementan como obras de restauración después de sufrir los daños. Además las medidas se implementan localmente, y se puede decir que es una cuenca donde las medidas locales son aptas por el momento.

## B. Planeación de IFMP-SZ

### 1. Directrices básicas para la formulación de IFMP-SZ

- Propósito de IFMP-SZ

El propósito de este IFMP-SZ es prevenir la pérdida de vidas humanas en la zona objeto del IFMP-SZ en caso de un evento de inundación de la magnitud objetivo del IFMP-SZ (se elaborará en Parte B Numeral 3.4), y prevenir daños en las viviendas e infraestructura en la zona objeto del IFMP-SZ en caso de un evento de inundación de la magnitud de inundación objetivo para manejar con las medidas estructurales (se elaborará en Parte B Numeral 3.4).

Como medidas contra las inundaciones, se implementan principalmente las medidas estructurales con el fin de prevenir o reducir los daños, contra la fuerza externa de cierta magnitud, así como cierta cantidad de precipitación/escorrentía.

A la vez, es importante instalar estas medidas de tal manera que los daños se reduzcan en lo posible aun en caso de que ocurran fenómenos que superan esa magnitud. Aunque es baja la frecuencia de los daños de inundación causados por fenómenos que superan esa magnitud, se deben estudiar medidas no estructurales con el fin de reducir los daños de inundación en lo posible, ya que en tal caso los daños proyectados son inmensos.

- Sobre la relación entre Río Magdalena en cuanto al caudal de inundación y escorrentía de sedimentos

El Río Negro, es un afluente de primer orden del Río Magdalena, y la cuenca baja del Río Negro desemboca directamente al Río Magdalena. El IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro se formulará utilizando la condición del punto de confluencia con el Río Magdalena como la condición del tramo bajo del Río Negro así como elementos de control del IFMP-SZ.

- Sobre las directrices de la planeación dentro de la cuenca de Río Negro

En el IFMP-SZ, se realiza el análisis para toda la cuenca, y basado en los resultados, se formula el IFMP-SZ con enfoque en los riesgos de inundación. Las inundaciones objeto del IFMP-SZ son las inundaciones lentas.

- Sobre desastres de sedimentos en Útica

En la cuenca de Río Negro han ocurrido varios desastres de sedimento debido a las características topográficas y geológicas. El desastre de Útica en 2011 se generó a causa de una avalancha del tributario (Quebrada Negra). Está claro que los desastres de sedimento son los desastres principales de la cuenca; sin embargo, este tipo de desastres no se incluyen en el marco del presente proyecto, por lo tanto el equipo del proyecto no cuenta con especialistas en esta temática, y no existe suficiente información para realizar análisis de desastres de sedimento en toda la cuenca. Por lo



expuesto anteriormente, solo se realizará un análisis sencillo y se elaborará una propuesta de los ítems a estudiar que son necesarios para los desastres de sedimento.

## 2. Tramo objetivo

Para estudiar las medidas contra inundación en la cuenca de Río Negro, se seleccionó el tramo objetivo principal para el cual se estudiarán las medidas, en otras palabras el tramo donde se estudiarán las medidas para la reducción de daños de inundación.

Para la selección, en primer lugar, se estudió la ubicación de centros urbanos de los municipios dentro de la cuenca y las zonas de alta densidad de población donde en el pasado hubo daños de inundación (ciudades y centros urbanos en áreas rurales). Luego se estudió la relación geográfica entre estos lugares y el río de manera esquemática. En la figura 2.1, se presenta un esquema hidrológico donde, la línea negra corresponde a los cauces principales dentro de la cuenca, el cauce amarillo es el cauce principal, y los puntos naranjas son la ubicación de los centros urbanos en los municipios dentro de la cuenca donde la densidad de población es alta y donde experimentaron daños de inundación en el pasado.



- ¿Es cerca del cauce principal, de los tributarios principales o de los tributarios?

Tabla 2.1 Selección de los tramos objetivos / áreas objetivo para la planeación del río

Número	Nombre de la Ubicación (Área objetivo candidata)	Nombre del Río (Sub-cuenca)	Razón para enumerar		Características de la ubicación	Ubicación con respecto al curso principal de Río Negro		Puntaje	Selección del Área Objetivo para el Plan de Río (Tentativo)
			Importancia en el Municipio	Registro de Eventos pasados de Inundación		3: Bajo, 2: Medio, 1: Alto en Cuenca de Río Negro	5: 1er orden 3: 2do orden 1: 3er orden 0: otra		
						Peso			
						2	1		
1	Puerto Libre	Río Negro		Si		3	5	11	✓
2	Patevaca	Río Guaguaqui		Si		3	1	7	
3	Teran	Río Teran		Si		3	1	7	
4	Colorados	Río Negro		Si		3	5	11	✓
5	Yacopi	Río Guaguaqui	Municipio Urbano	No	Cima de la montaña	3	0	-99	
6	Cambras	Río Negro		Si		3	5	11	✓
7	Caparrapi	Río Pata	Municipio Urbano	Si	Cima de la montaña	2	1	5	
8	Cordoba	Río Negro		Si		2	5	9	✓
9	La Palma	Río Murca	Municipio Urbano	No	Cima de la montaña	1	0	-99	
10	Topaipi	Río Murca	Municipio Urbano	No	Cima de la montaña	1	0	-99	
11	Guayabal	Río Murca		Si		1	1	3	
12	El Dindal	Río Negro		Si		2	5	9	✓
13	Guaduro	Río Negro		Si		2	5	9	✓
14	La Pena		Municipio Urbano	No	Cima de la montaña	1	0	-99	
15	Talauta	Río Alto Negro		Si		1	1	3	
16	El Penon	Río Alto Negro	Municipio Urbano	No		1	0	-99	
17	Utica	Río Negro	Municipio Urbano	Si		2	5	9	✓
18	Quebradnegra	Qda. La Negra	Municipio Urbano	Si	Cima de la montaña	2	1	5	
19	Pacho	Río Alto Negro	Municipio Urbano	Si		1	5	7	
20	Tobia	Río Negro		Si		1	5	7	
21	Nimaina	Río Medio Negro	Municipio Urbano	Si	Cima de la montaña	1	1	3	
22	Vergada	Río Pinzaima	Municipio Urbano	No	Cima de la montaña	1	0	-99	
23	Supata	Río Pinzaima		Si		1	1	3	
24	Guaduas	Río Guaduro	Municipio Urbano	Si		2	1	5	
25	Tobia Chica	Río Tobia		Si		1	1	3	
26	Nocaima	Río Tobia	Municipio Urbano	Si		1	1	3	
27	Villeta	Río Tobia	Municipio Urbano	Si		1	3	5	
28	San Francisco	Río Tobia	Municipio Urbano	Si		1	1	3	
29	Bagazal	Río Tobia		Si		1	1	3	
30	La Vega	Río Tobia	Municipio Urbano	Si		1	1	3	
31	Puente de Bagazal	Río Tobia		Si		1	1	3	
32	Sasaima	Río Tobia	Municipio Urbano	Si		1	1	3	
33	Bituima	Río Tobia	Municipio Urbano	No		1	0	-99	
34	Viani	Río Tobia	Municipio Urbano	No		1	0	-99	
35	Guayabal Siquima	Río Tobia	Municipio Urbano	No		1	0	-99	
36	Alban	Río Tobia	Municipio Urbano	No		1	0	-99	

Fuente: Presentación en el taller realizada por Sr. Fabio el 9 de mayo de 2017

Como resultado del estudio basado en los criterios de la selección, las cuales son descritas en la tabla arriba, se seleccionaron los siguientes 7 puntos como posibles áreas objetivo del IFMP-SZ.

- Puerto Libre

- Colorados
- Cambrás
- Córdoba
- El Dindal
- Guaduero
- Útica

Partiendo de la información entregada por DNP se hizo la identificación de los 40 principales desastres ocurridos en la zona. Como resultado, se identificó dentro de los 7 puntos los dos que sufrieron la mayor cantidad de desastres los cuales son Córdoba y El Dindal. Por consiguiente, se decidió seleccionar estos dos puntos como áreas objetivo principales, sin embargo los otros cinco puntos también serán considerados para la formulación del IFMP-SZ dentro del alcance del presente proyecto.

Tanto Córdoba como El Dindal pertenecen al municipio de Caparrapí. En la tabla a continuación se presenta la información recolectada y clasificada de los documentos municipales con respecto a la población, uso de suelo, y plan de desarrollo. Sin embargo, la información a nivel de vereda es sumamente limitada, y la información en la tabla a continuación es la poca información concreta que se encontró.

Tabla 2.2 Población, Uso de Suelo y Plan de Desarrollo en Córdoba y El Dindal

Vereda	Población		Uso de suelo		Plan de Desarrollo
	No. de hogares	No. de Usuarios	Suelo urbano (m <sup>2</sup> )	Suelo de expansión urbana (m <sup>2</sup> )	
Córdoba	70	210	57.833	0	-
El Dindal	109	328	107.476	73.147	"Construcción y optimización de la planta de tratamiento de agua potable" y "Mejoramiento del acueducto" fueron propuestos en PDM
<i>Fuente</i>	<i>PDM</i>	<i>PDM</i>	<i>EOT</i>	<i>EOT</i>	<i>PDM</i>

Nota: PDM: Plan de Desarrollo Municipal (2016-2019) en Caparrapí

EOT: Esquema de Ordinamiento Territorial

Fuente: Equipo de proyecto de JICA

### 3. Definir la escala de diseño

La escala de diseño es un indicador para establecer parámetros de medidas de gestión de inundaciones, como el mejoramiento del cauce y / o las estructuras de control de inundaciones, como la presa y el embalse de retención. La escala de diseño es igual a la magnitud del desastre (inundación).

En el caso de Japón, la escala de diseño para el plan del río se establece teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Tamaño del río / de la cuenca
- Importancia socioeconómica de la cuenca
- Magnitud de los daños potenciales causados por desastres
- Registro de desastres pasados y daños causados por desastres
- Beneficios => análisis B/C
- Balance entre aguas arriba y aguas abajo
- Imagen futura de la cuenca

En general, la escala de diseño para el plan del río se determina utilizando la probabilidad de excedencia anual de datos hidrológicos, básicamente precipitación, ya que los datos de precipitación generalmente son más acumulados que datos de nivel del agua / caudal, la lluvia no se ve afectada por cambios en la cuenca del río en lugar de WL / caudal, etc. Significa que es importante comprender la relación entre los desastres del pasado y las condiciones hidrológicas, así como la escala de los períodos de retorno de la inundación máxima del pasado.

En Japón, la escala de diseño significa “la magnitud de la inundación objetivo del plan”, lo cual se entiende como “la magnitud de la inundación a ser gestionada con las medidas estructurales”; sin embargo, existe una metodología donde “la magnitud de la inundación objetivo del plan” y “la magnitud de la inundación a ser gestionada con las medidas estructurales” son definidas separadamente. En las discusiones con las entidades relevantes del presente proyecto, se decidió definir “la magnitud de la inundación objetivo del plan” y “la magnitud de la inundación a ser gestionada con las medidas estructurales” separadamente.

### 3.1 Modelación precipitación-escorrentía

Como se describió anteriormente, a la hora de determinar la escala de diseño, es importante comprender la magnitud de los fenómenos pasados de inundación y la relación entre la escorrentía de la inundación o la cuenca y la precipitación. Sin embargo, como se explicó en la Parte A Capítulo 4, después de estudiar las condiciones hidrológicas de los eventos pasados de inundación, la relación causa-efecto entre las inundación o los daños de inundación y las condiciones hidrológicas no es clara en la cuenca de Río Negro. En otras palabras, se determinó que es difícil aclarar la relación entre la escorrentía de la cuenca y la precipitación con las limitaciones de los datos y del tiempo. Por lo tanto, no se construirá el modelo de precipitación-escorrentía en el presente proyecto, y en lugar de él se utilizarán los resultados del análisis de probabilidad de los datos de caudal para determinar la escala de diseño.

### 3.2 Definir el caudal de diseño

Se decidió definir el caudal de diseño, utilizando el caudal probable que se calculó en la Parte A. Capítulo 3.2, basado en los puntos de estaciones de caudal.

### 3.3 Consideración de condiciones futuras

Después de estudiar el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de las áreas objetivo y Plan de Desarrollo Municipal (del municipio de Caparrapí, 2016-2019), se confirmó que el área de desarrollo a futuro es limitada, que no existen planes de desarrollo en el futuro próximo, y que no se proyectan grandes cambios en el plan del uso de suelo. Por lo tanto, se decidió no considerar los cambios futuros en el uso de suelo en el presente proyecto.

### 3.4 Definir la escala de diseño

Se llevaron a cabo discusiones con organizaciones relevantes para establecer la escala de diseño. Como conclusión de la discusión, se considera que es apropiado utilizar las inundaciones en abril de 2011, que son las inundaciones máximas registradas en los últimos años, como la inundación objetivo para el IFMP-SZ. Al estudiar las condiciones de población y bienes en el área objetivo donde se implementarán las medidas proyectadas, se determinó que los beneficios económicos de implementar medidas estructurales para esta escala de inundación son considerablemente bajos. Esta área tampoco es un área proyectada para desarrollo en el futuro. Por lo tanto, en este proyecto, la escala de las inundaciones a ser controladas con medidas que incluyan medidas no estructurales (para evitar víctimas fatales) y la escala de inundación a ser controlada con medidas estructurales se establecerán por separado. Además, se decidió que la escala de la inundación a ser controlada con medidas estructurales se estudiará para cada ubicación.

Trás discusiones con las entidades relevantes del presente proyecto, se decidió definir la escala de diseño de la siguiente manera:

- “Periodo de retorno de la inundación objetivo del IFMP-SZ “ : El periodo de retorno objetivo de la inundación será el periodo de retorno de la inundación de abril de 2011, ya que cuenta con suficientes datos y los residentes la recuerdan claramente. Basado en el resultado del estudio de inundación y la simulación, se puede concluir que el periodo de retorno del caudal de esta inundación fue equivalente de 100 años. Por lo tanto, el caudal objetivo del IFMP-SZ será de periodo de retorno de 100 años.
- “Periodo de retorno de la inundación objetivo para manejar con medidas estructurales”: en la cuenca de Río Negro, existen centros urbanos o poblados limitados y de manera dispersa. Por lo tanto, no es efectivo ni necesario realizar protección contra inundación con diques continuos como en la mayoría de los ríos en Japon. Por lo tanto, las medidas estructurales se definirán de manera individual teniendo en cuenta las condiciones locales de cada área objetivo.
- La magnitud de inundación para manejar con medidas estructurales se definirá teniendo en cuenta las condiciones locales de cada área objetivo.

Como un ejemplo concreto de la definición de la escala antes mencionada, la escala de la inundación objetivo en la preparación del mapa de prevención de desastres y el estudio del plan de pronóstico y alerta son las inundaciones en abril de 2011. La inundación objetivo para las medidas

estructurales en Córdoba, una de las áreas meta cubiertas por el IFMP-SZ, la escala de diseño será un período de retorno de 50 años para proteger el área máxima posible, porque en la zona hay bastantes personas mayores quienes se consideran vulnerables en caso de desastres, aunque se proyecta que la eficiencia económica es baja y se espera poco desarrollo en el futuro.

#### 4. Caudal objetivo

Basado en los estudios en la sección anterior, se definirá el caudal objetivo.

En Japón, el hidrograma de la inundación objetivo de las medidas estructurales en el plan de prevención de inundación se define como el caudal básico. En caso de que existen estructuras de regulación de inundación existen, como represas, embalses de retención o canal de desvío, se define el caudal de diseño, teniendo en cuenta los impactos de estas estructuras. Si no existen estructuras de regulación de inundación, el caudal pico de la inundación básica se define como el caudal planificado sin modificación.

En caso de Río Negro, no se considerarán planes de estructuras para “retener” la inundación, ya que los centros urbanos identificados para la protección de inundación son limitados y dispersos y no será efectivo regular el caudal con estructuras de gran escala como embalses de retención. Actualmente tampoco existen planes para estructuras como represas o embalses.

Por otro lado, existen áreas con embalses naturales con capacidad de retención en el tramo más bajo de Río Negro. Se observa que estas áreas se inundan de manera natural durante el pico de inundación, reduciendo el caudal pico y la inundación que llega a Puerto Libre aguas abajo.

Como se confirmó arriba, en este IFMP-SZ se estudiará el caudal de diseño en las condiciones sin las estructuras de regulación de inundación.

El caudal de diseño se calculará utilizando el valor de caudal equivalente del periodo de retorno de 100 años basado en los resultados de análisis de estadística de datos de caudal existentes, teniendo en cuenta las limitaciones de no contar con el hidrograma y las dificultades de realizar análisis de precipitación-escorrentía en estas áreas.

Tabla 4.1 Caudal objetivo

Punto de control	Puerto Libre	Colorados	Guaduro
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	1825	1595	1489

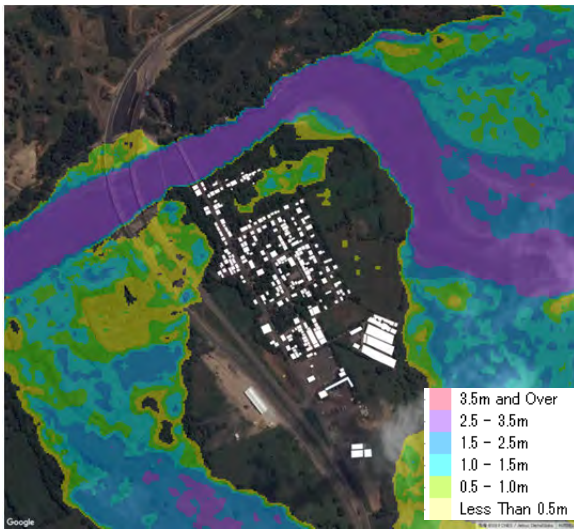
Fuente: Equipo de proyecto de JICA

#### 5. Evaluación del área de amenaza de inundación

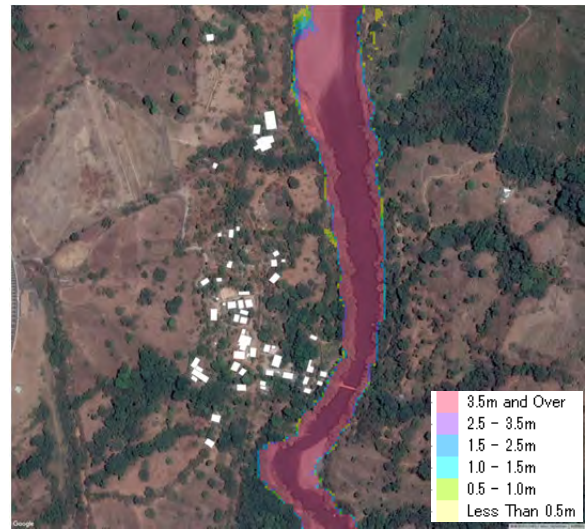
Se realizó el análisis hidráulico y el análisis de inundación de la cuenca teniendo en cuenta los estudios en la sección anterior. El software utilizado para el análisis es HEC-RAS del Cuerpo de

ingenieros del ejercito estadounidense. Después de realizar análisis hidráulico 1D, se calculó el área de inundación basado en el nivel calculado. Se evaluó el área de inundación para caudal con 4 periodos de retorno (2,33 años, 25 años, 50 años y 100 años).

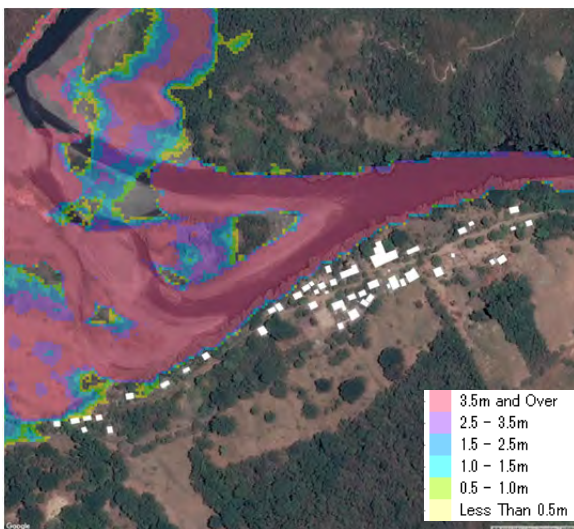
Las Figuras 5.1 y 5.2 muestran que las inundaciones tienen un período de retorno de 100 años en 7 áreas objetivo seleccionadas, así como las áreas de inundación con 4 diferentes períodos de retorno en Córdoba, donde el área de suelo de las casas afectadas por inundaciones es la mayor. En las figuras, los edificios y las casas están indicados en blanco, que son datos GIS con área de suelo como información de propiedad, y que se prepararon digitalizando partes que se suponía ser edificios en una imagen satelital en este Proyecto.



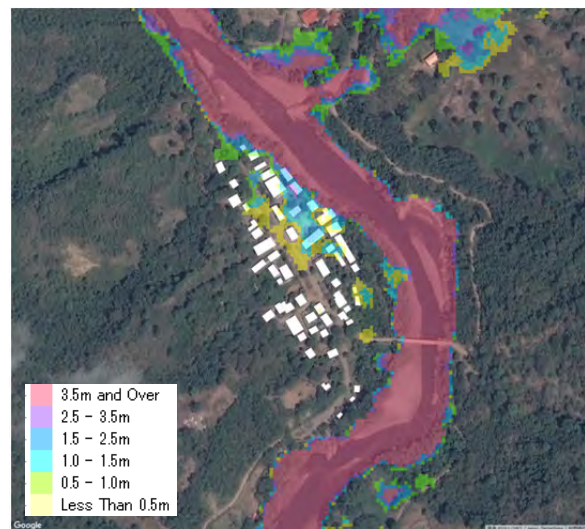
Puerto Libre



Colorados

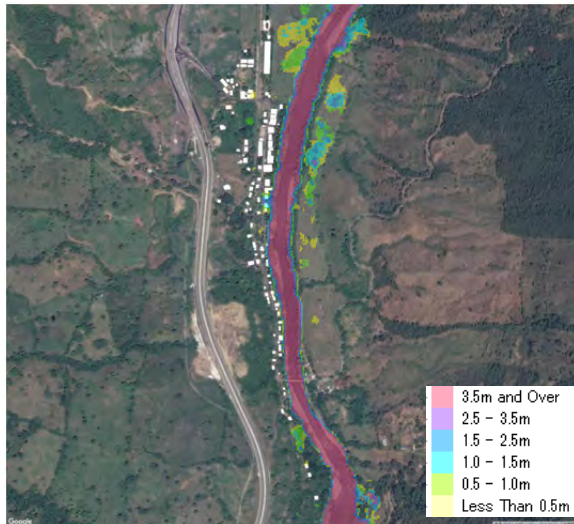


Cambras

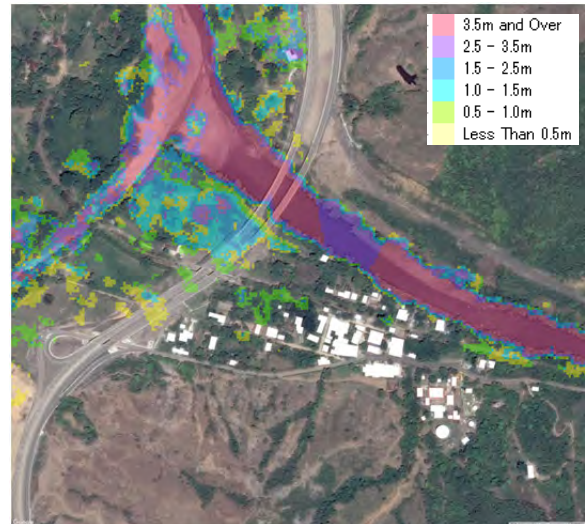


Cordoba

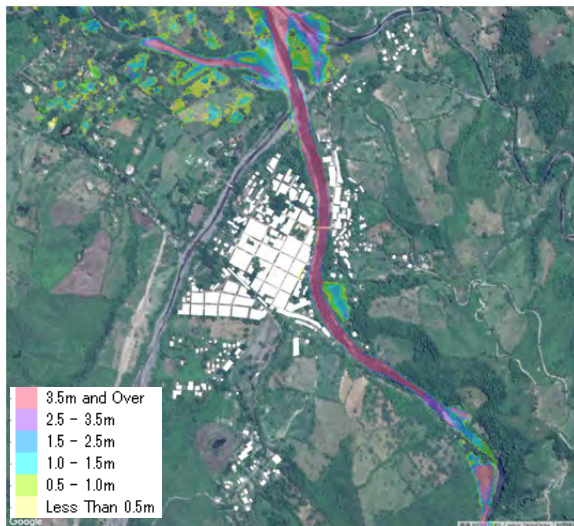




El Dindal



Guaduro



Utica

Figura 5.1 Mapas de inundación con 100 años de período de retorno en 7 áreas objetivo

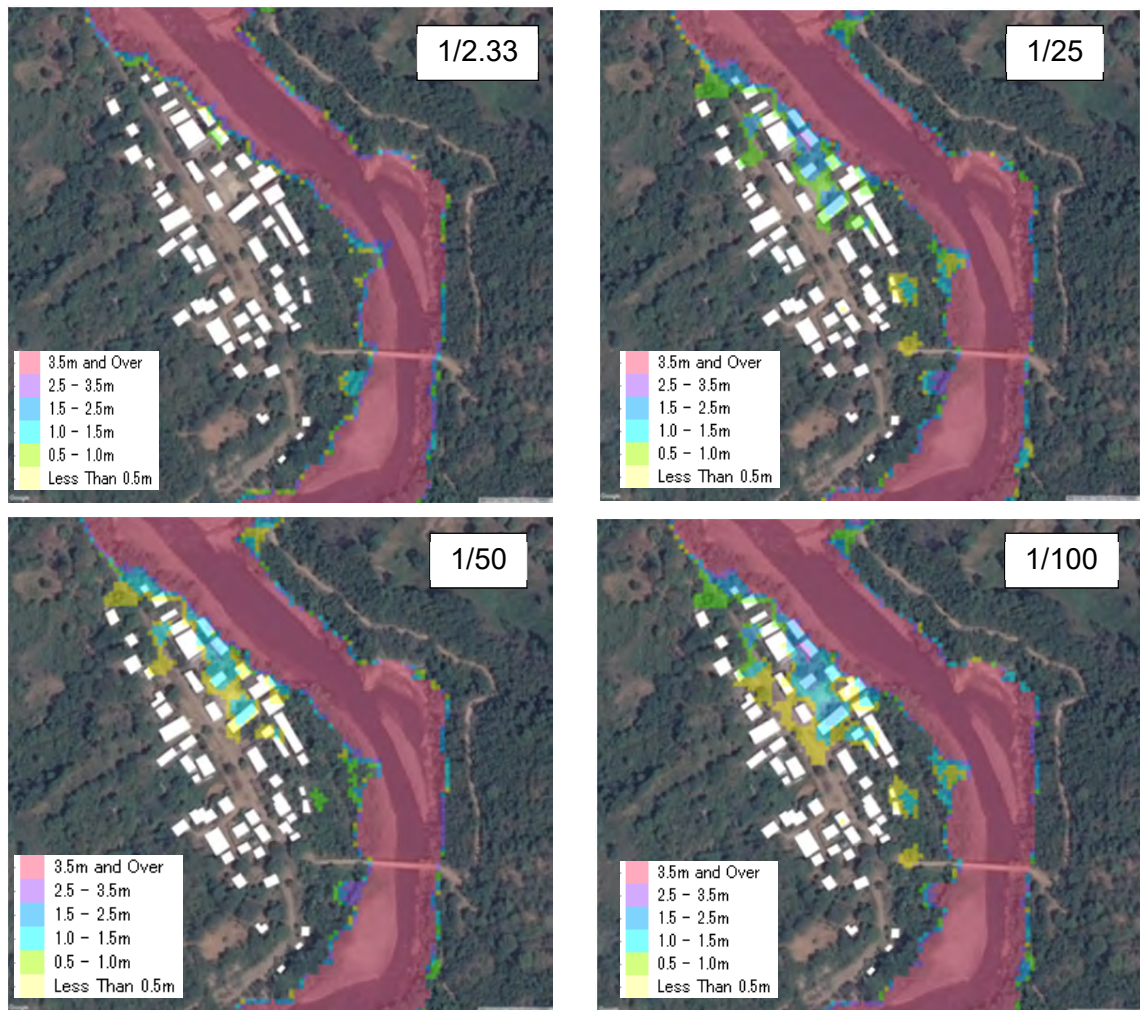


Figura 5.2 Mapa de inundación con varios periodos de retorno en Córdoba

Además, la siguiente tabla muestra el área donde se afectaron las edificaciones simulada con diferentes periodos de retorno en cada una de las 7 áreas objetivo seleccionadas.

Tabla 5.1 Área simulada con edificaciones en 7 áreas objetivo

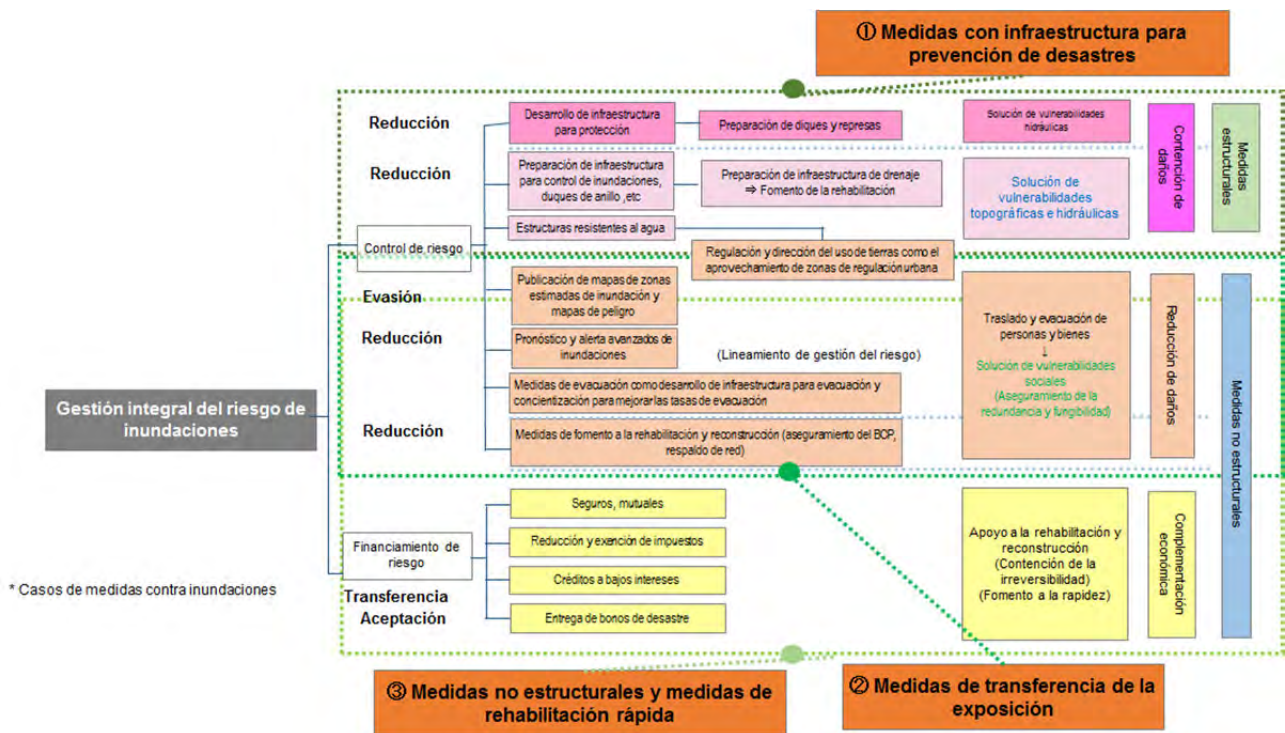
Área objetivo	Área simulada con edificaciones (m <sup>2</sup> )			
	2,33 años	25 años	50 años	100 años
Puerto Libre	0	0	0	0
Colorados	0	0	0	0
Cambrás	0	1	2	4
Córdoba	18	224	423	494
El Dindal	11	66	97	117
Guaduro	4	12	12	14
Útica	17	76	80	115

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

## 6. Esquema de control de inundaciones

En la siguiente figura se presentan las posibles medidas para la prevención de inundación:





Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 6.1 Posibles medidas contra inundación en el manejo integral de riesgo de inundaciones

Se estudiarán las medidas de prevención de inundación más apropiadas y posibles de realizar, seleccionando los ítems de la figura de arriba.

En cuanto a las medidas estructurales en la cuenca de Río Negro, las medidas enumeradas a continuación se consideran posibles. Sin embargo, considerando la situación actual de desastres en la cuenca y las características topográficas, las medidas del Numeral 1, para la retención del agua de inundación por medio de las estructuras, no pueden ser muy efectivas en la cuenca de Río Negro, y es posible excluirlas del estudio.

1. Retener el agua de inundación (reducir agua de inundación pico)
  - Construcción de embalses a ser instalados aguas arriba
  - Construcción de represas a ser instaladas aguas arriba
2. Agrandar la capacidad de transporte de inundación
  - Ensanchamiento del cauce
  - Excavación del lecho del río
  - Construcción de jarillones de tierra
  - Construcción de muro de inundación (dique de concreto)
3. Otras medidas como prevención de erosión
  - Construcción de espolones (Spur dikes)
  - Construcción de revestimiento

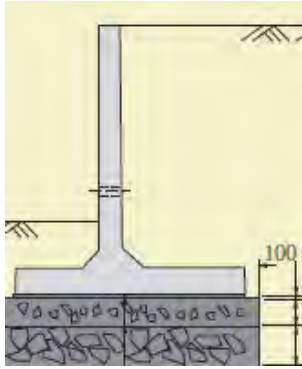
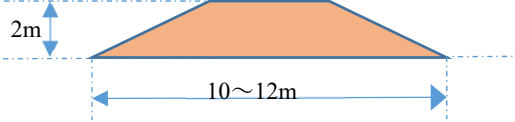
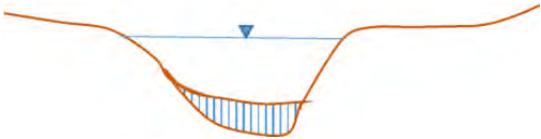
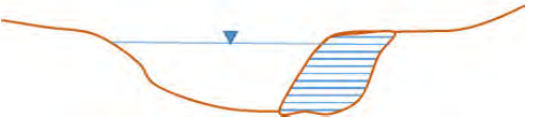
En cuanto a las medidas no estructurales en la cuenca de Río Negro, las medidas enumeradas a continuación se consideran posibles.

- Preparación, publicación y difusión de mapa de amenaza, mapa de riesgo, mapa de reducción de riesgo de desastre
- Establecimiento del sistema de alerta temprana de inundación (y evacuación)
- Regulación de uso de suelo incluyendo manejo de llanuras inundables
- Desarrollo y mejoramiento del sistema de respuesta de emergencia durante la inundación

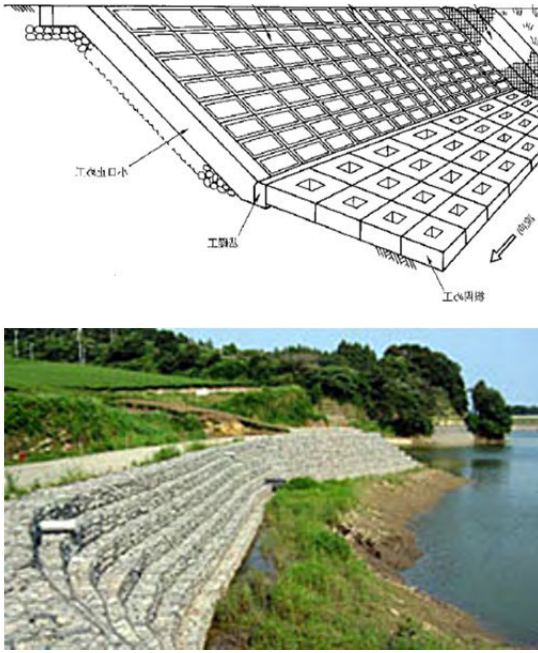
El plan de medidas para el área objetivo se estudiará en el capítulo C, combinando los ítems arriba descritos. En cuanto al plan de pronóstico y alerta, se estudiará teniendo toda la cuenca el área objetivo.



### Características de inundación y medidas efectivas

Función	Nombre de la estructura	Imagen
<p>Prevenición de inundación</p> <p>Reducción de la profundidad</p>	<p>Muro de contención</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevenir el ingreso de inundación con un muro.</li> <li>- Estructura de metal y concreto</li> </ul> <p>▲ Costo alto de implementación</p>	 <p>✘ En Córdoba solo el banco izquierdo será área objetivo.</p>
	<p>Dique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevenir el ingreso de inundación con un talud de tierra.</li> <li>- Como regla base se utilizan los sedimentos del río objetivo</li> </ul> <p>▲ Más económico que un muro de contención, pero requirere medidas contra erosión en ríos inclinados.</p>	
	<p>Dragado del lecho del cauce</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar dragado en el lecho del cauce, aumentar el área del cauce donde el agua puede fluir y reducir el nivel de inundación.</li> </ul> <p>▲ Requiere cientos metros de dragado en dirección longitudinal. Además, requiere monitoreo periódico y obras de mantenimiento dependiendo del resultado de monitoreo.</p>	
	<p>Ampliación del cauce</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliar el cauce en sentido horizontal, aumentar el área cauce donde el agua puede fluir y reducir el nivel de inundación.</li> </ul> <p>▲ Requiere cientos metros de ampliación en dirección longitudinal. Además, requiere monitoreo periódico y obras de mantenimiento dependiendo del resultado de monitoreo.</p>	



Función	Nombre de la estructura	Imagen
<p>Prevención de erosión de los bancos</p>	<p>Protección de orillas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevenir erosión de diques o bancos.</li> <li>- Los materiales generalmente son bloques de concreto o gaviones.</li> <li>- Es importante socavar la base de la protección de orilla.</li> </ul> <p>※ El objetivo es prevenir erosión y no reduce el nivel del agua.</p>	

### 1.1 Córdoba

#### (1) Características del desastre: Inundación en centros poblados en áreas montañosas

Córdoba es una vereda ubicada en el banco izquierdo del tramo medio de Río Negro, con área de 57.883m<sup>2</sup>, 70 hogares y una población de 210 personas.

Se reportaron daños de inundación en 2011 en esta vereda.



Ya que Córdoba está ubicada en el banco interior de la curva de Río Negro, debe ser improbable que el nivel del agua suba o que se erosione el banco por la curva.

Por lo tanto, se realizó el cálculo de nivel con la metodología de cálculo de flujo no uniforme quase-bidimensional, y se superpuso el resultado sobre los datos de elevación.

A continuación se presentan los resultados del cálculo.

Tabla 1.1.1 Condiciones del cálculo de flujo no uniforme

Ítems	Contenido
Método de cálculo	HEC-RAS Flujo no uniforme
Datos de elevación de terreno	DTM con un tamaño de píxel de 5 m
Magnitud del cálculo (periodo de retorno: 1/año)	1/2,33, 1/25, 1/50, 1/100
Intervalo de cálculo de sección transversal	1 – 3km
Nivel del agua en el punto más bajo	155,64m (NMM) en confluencia con Rio Magdalena
Coefficiente de rugosidad del canal principal	n = 0,030 – 0,035

En la Figura 1.1.1 se presentan los resultados del cálculo del nivel del agua con periodo de retorno de 25 años y 100 años.

En ambos casos, se genera la inundación en la parte del centro poblado aledaño al tramo bajo (flechas en la figura). Este cálculo muestra el área de inundación por elevación, y se observa que el área de inundación se expande desde aguas abajo hacia el tramo medio a la medida en que se aumenta la magnitud de inundación.

En las encuestas realizadas a los residentes hubo comentarios que comprueban lo expuesto anteriormente, explicando que la inundación ocurre desde aguas abajo.

En Córdoba, el tributario que desemboca desde el banco derecho del tramo bajo posiblemente influye en la ocurrencia de la inundación, aparte de lo arriba descrito. Es natural que el caudal y el nivel de Río Negro aumenten en la medida en que la magnitud de la inundación aumente; además de esto, el caudal del tributario entra al rio principal y se aumenta aún más el nivel por el efecto remanso. En la condición de flujo subcrítico en tiempo normal, el nivel aguas arriba aumenta por la influencia de la descarga del afluente que impide el flujo de agua.

En este cálculo no está incluido el caudal del tributario, y no se refleja el mecanismo de inundación arriba descrito (por el caudal del tributario); sin embargo, se proyecta que esto es el fenómeno real que causa el aumento del área de inundación.

También sedimentos pueden entrar al canal principal desde el tributario. En caso de que el volumen de sedimentos que entran del tributario sea grande y se acumule en el lecho del río, hay que considerar el aumento del nivel por la acumulación del sedimento también.



...Esto fue indicado durante el taller como un ítem a considerar en el punto de confluencia.

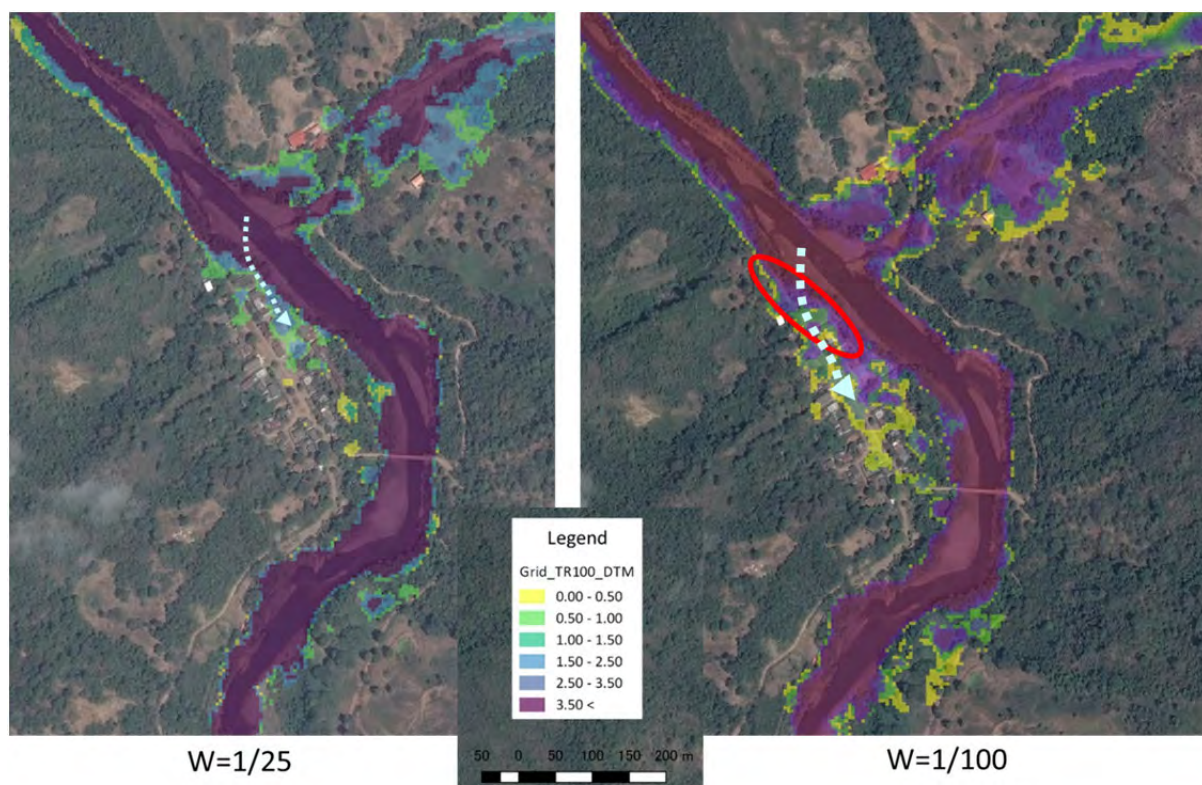


Figura 1.1.1 Área de inundación en Córdoba

Referencia : Aumento del nivel considerando el caudal del tributario

Es necesario considerar el aumento del nivel causado por el ingreso de caudal del tributario Q2 en un caso como Córdoba donde no se puede ignorar la influencia del volumen del caudal que ingresa desde el tributario.

En caso de que se acumule una gran cantidad de sedimentos que escurren desde el tributario, esto puede influir el nivel aguas arriba.

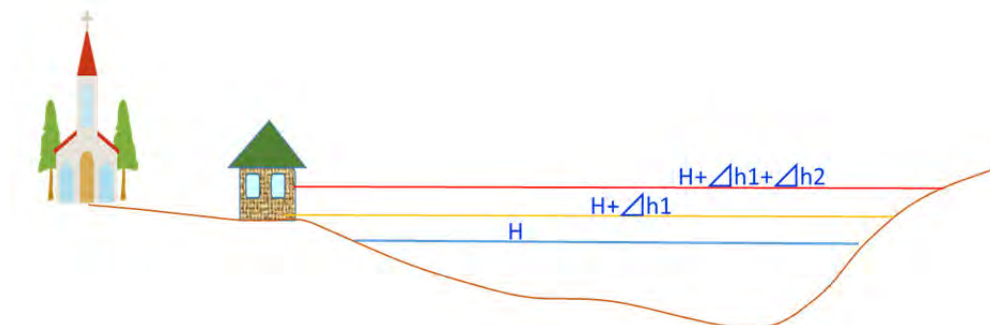
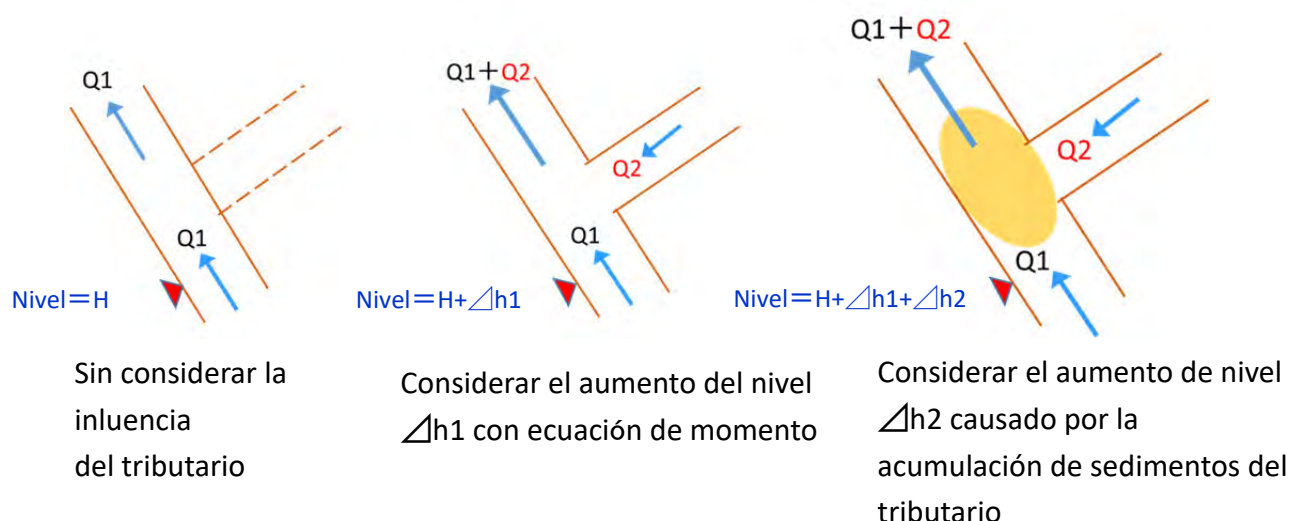


Figura 1.1.2 Influencia del tributario y el aumento del nivel del agua

(2) Medidas

En Córdoba, las inundaciones menores al periodo de retorno de 50 años se manejarán con medidas estructurales, y las inundaciones mayores con periodos de retorno entre 50-100 años se manejarán con medidas no estructurales.

1) Situación actual

En Córdoba se observa que se había instalado el muro de contención. Sin embargo, ya está destruido, y no cumple la función de muro continuo.

En algunos puntos se han instalado gaviones con capa de concreto; sin embargo, parecen estar en construcción, y no protege toda la vereda.



Muro de contención (destruido)

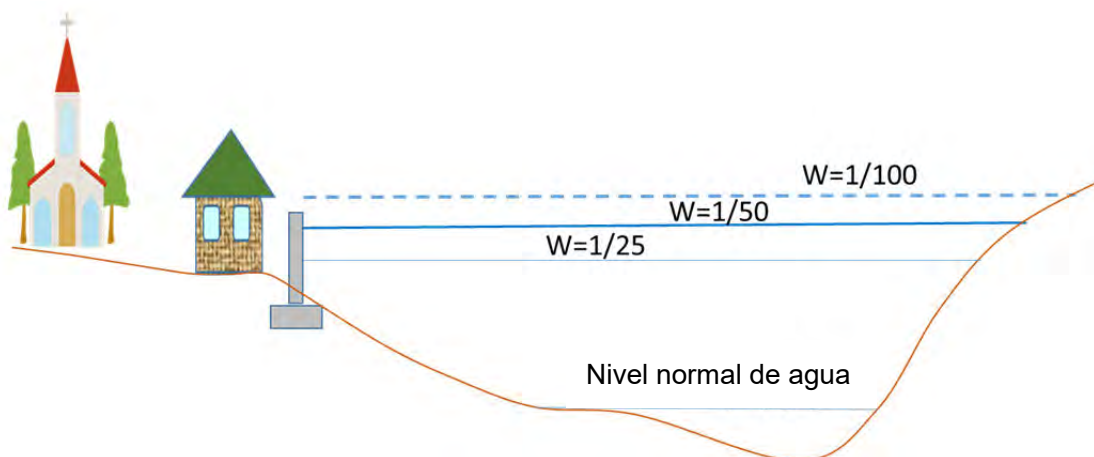


Gaviones + capa de concreto (locales)

## 2) Medidas a futuro

### a) Objetivo de protección (altura de instalación), método para las obras

- La escala de diseño de todo el plan será del nivel de inundación con periodo de retorno de 100 años.
- Para este objetivo, se instalan estructuras para la prevención de inundación y se implementarán medidas no estructurales.
- Como medida de instalación de estructura para la prevención de inundación, se instalará muro de contención. El muro de contención tiene precedentes dentro del Departamento de Cundinamarca, como el municipio de Villeta.
- La escala de diseño de medidas estructurales serán del nivel de inundación con periodo de retorno de 50 años.
- Se implementarán medidas no estructurales como creación de conciencia sobre la presencia de amenaza utilizando mapas de amenaza de inundación, pronóstico y alerta de inundación, aseguramiento de ruta de evacuación, con escala de diseño de periodo de retorno de 100 años.



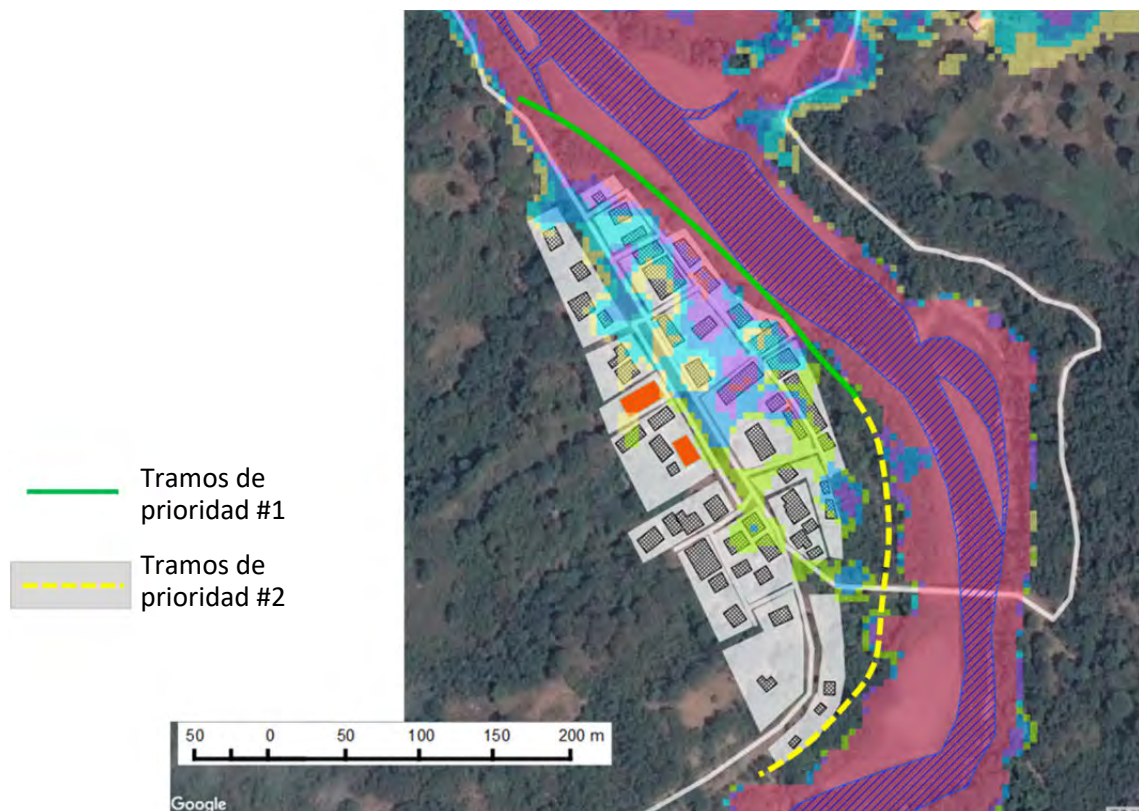


## b) Área de instalación

Como resultado del análisis hidráulico, la causa de la inundación es el aumento del nivel del agua causado por la confluencia con el tributario.

Aunque es ideal instalar el muro de contención en todo el tramo, los tramos de prioridad son los tramos donde se debe prevenir el ingreso de inundación desde aguas abajo (señalado en verde en la figura a continuación).

...Se realizaron discusiones con entidades relevantes como la CAR en los talleres con respecto a la definición de tramos de prioridad.



## c) Costos estimados

### Caso-1: Muro de contención

En el municipio de Villeta, en 2011, el Río Villeta que fluye por el centro urbano presentó un aumento de nivel, y causó inundación de 30cm. Se generó erosión de los bancos en la zona del hospital cerca del río. La erosión no alcanzó a afectar el terreno del hospital afortunadamente; sin embargo, se decidió construir un muro de contención como medida contra la erosión a futuro.

Como resultado de discutir si el hospital debe ser reubicado o se deben implementar medidas de prevención de inundación después de la inundación, se decidió instalar el muro de contención por los costos. El diseño del muro de contención como la altura y la estructura fue realizado por la Secretaría de Planeación del municipio (encuesta al jefe del cuerpo local de los bomberos).

Las fotos a continuación muestran el proceso de construcción del muro.



Flood Wall in Villeta  
 - Longitud : 246m  
 - Por : 5.4m  
 - Alto y : 0.55m

Figura 1.1.3 Muro de contención en el municipio de Villeta

Tabla 1.1.2 Costos aproximados de la instalación del muro de contención

Actividad	Costo (Peso)		Unit Costo (Peso/m)
Manejo de Aguas	18,609,045	1.3%	
Preliminares, Estructura y Rellenos	1,292,610,527	89.2%	
Anclajes	135,300,000	9.3%	
Control de calidad de obra	739,600	0.1%	
Alquiler de senales protecciones	1,154,590	0.1%	
<b>Costo Directo (A)</b>	<b>1,448,413,762</b>	<b>100.0%</b>	<b>5,887,861</b>
Administracion	289,682,752	A*20%	
Others	246,230,340	A*17%	
I.V.A. sobre la utilidad	579,365		
<b>Costo Total</b>	<b>1,984,906,219</b>		<b>8,068,724</b>

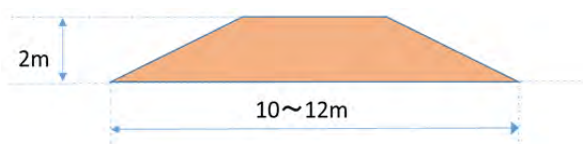
La información sobre los costos fue obtenida de la CAR.

Se calculó el costo de construcción de muro de contención por metro basado en esta estructura:

- Costo directo : 5.887 mil pesos
- Administración : 8.068 mil pesos

### Caso-2: Dique

Se calculó el costo directo del dique mostrado en la figura, suponiendo que se utilizaran los materiales del lecho del río en el punto de instalación, basado en ejemplos en Japón



- 30.000 yenes/m  $\approx$  Mil peso aproximadamente.

Costo Directo : 800.000 Peso /m  
 Cf muro de contención: 5.800.000  
 Peso /m

Como resultado, según la comparación sencilla de los costos, los diques son más económicos que el muro de contención.

Sin embargo, en Córdoba, existen viviendas al lado del río. Se requerirá reubicación para garantizar el ancho que requiere el dique; sin embargo, en realidad, esto es imposible.

Además, en un río inclinado como Río Negro, las medidas para la prevención de erosión en la superficie del dique son necesarios. El costo de la obra de protección de orilla será mayor que el costo de construcción del dique.

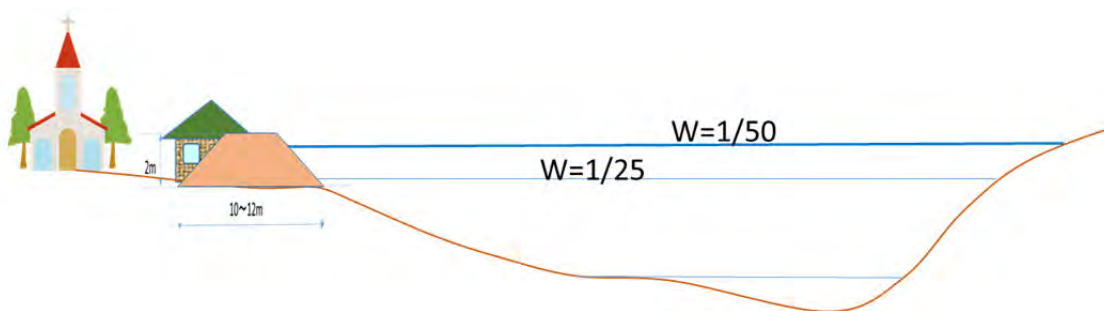


Figura 1.1.4 Relación de la ubicación del dique y las viviendas (Córdoba)

Aunque en caso de Córdoba los diques no son un buen candidato de medidas, sí son efectivos en áreas alejadas a ríos grandes donde las llanuras inundables son amplias y largas.

#### d) Selección de medidas

Como se explicó en la sección anterior, es difícil adquirir el terreno para la construcción de diques en Córdoba ya que las viviendas objetivo de la protección contra inundaciones están ubicadas cerca del banco izquierdo del cauce. Por lo tanto, en este estudio, se seleccionó el muro de contención como la medida en Córdoba. La causa principal de la inundación en Córdoba es el aumento del nivel en el río principal debido a la inundación que llega del tributario del banco derecho. Por lo tanto, se considera que el muro de contención es la medida más apropiada para prevenir la inundación en el área residencial cuando el nivel del río principal sube. En el punto de confluencia del tributario ubicado en el banco derecho, el área residencial está ubicada en el banco interior del río principal, y por lo tanto tiene baja probabilidad de que los bancos cerca de las viviendas se colapsen por erosión causada por la inundación. Por consiguiente, se considera que no hay necesidad de instalar la protección de orilla en la parte baja del muro de contención. Abajo se presenta el resumen de la medida.

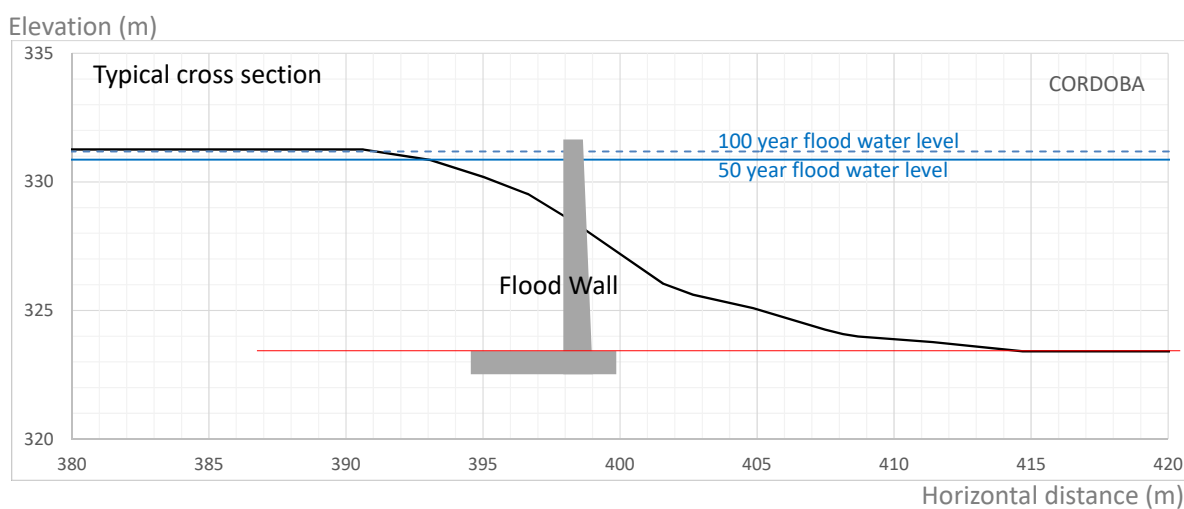


Figura 1.1.5 Resumen de la medida para mitigar inundaciones en Córdoba

e) Costos

Se calculó el costo de la medida propuesta de la siguiente manera.

- En Córdoba se instalará un muro de contención (muro en forma de T inversa) con longitud de 200m.
- Área de la sección transversal del muro de contención es de  $12,6\text{m}^2$ , como se muestra en la siguiente figura. Multiplicando este valor por la longitud del muro de 200m, el volumen del muro de contención es de  $2.520\text{m}^3$ .
- El costo del muro de contención de concreto según los datos de Japón es de 43.000 yenes/ $\text{m}^3$ . Al comparar el costo del muro de contención de concreto en Japón y en Colombia, el valor unitario en Colombia es 0,68 veces más del valor unitario en Japón.

- Por lo tanto, el costo directo obtenido multiplicando el volumen por el valor unitario es de 1.989 millones de pesos.
- El costo indirecto de la obra según los casos existentes es de 37% del costo directo de la obra.
- El costo total, la suma del costo directo y del costo indirecto, es de 2.726 millones de pesos.

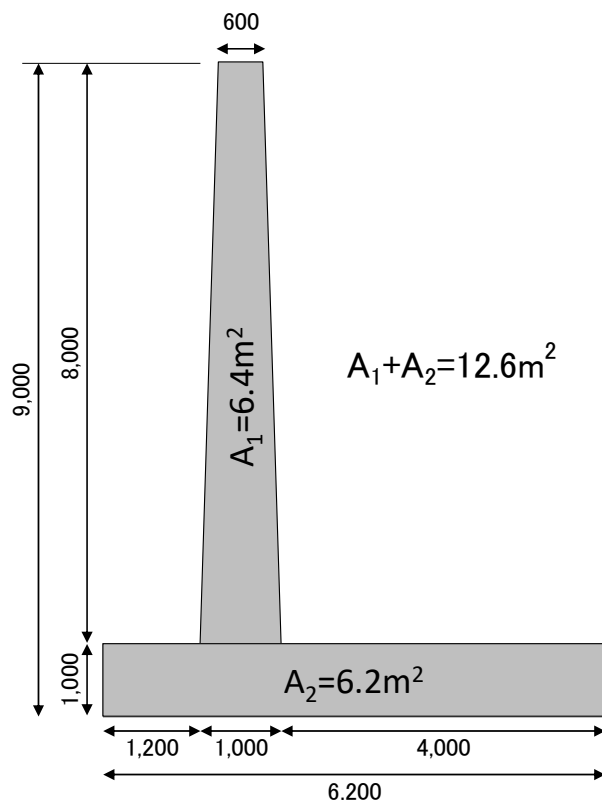


Figura 1.1.6 Muro de contención (en forma de T inversa), sección transversal

### (3) Medidas estructurales simples apropiadas para el beneficio

En el estudio arriba mencionado, se concluyó que la medida ideal (Plan-1) sería una medida para la reducción del riesgo de inundaciones en Córdoba. Sin embargo, el resultado del análisis de costo-beneficio de esta medida fue 0,04, lo cual no es práctico. Por lo tanto, como medidas de menor costo, se estudiaron el Plan-2 y el Plan-3 en lugar del Plan-1. En caso del Plan-2, un dique plano de bloques se instalarán en la parte inferior del nivel de inundación con periodo de retorno de 50 años designada como el nivel alto de agua. En la parte superior del nivel alto de agua, se instalarán gaviones. En caso del Plan-3, con el fin de reducir los costos aún más, solamente se instalarán 2 niveles de gaviones alrededor del nivel alto de agua. Según los resultados de los resultados del análisis de costo-beneficio de los Planes 1, 2 y 3, se debe implementar el Plan-3 para que el resultado del cálculo sea mayor que 1.



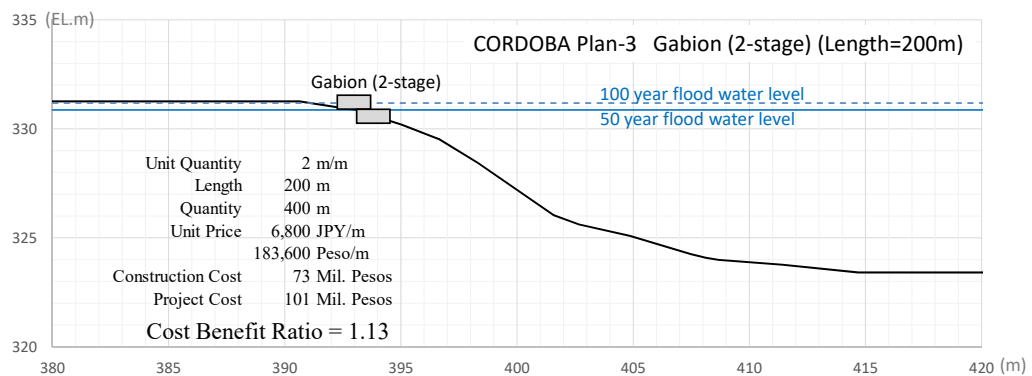
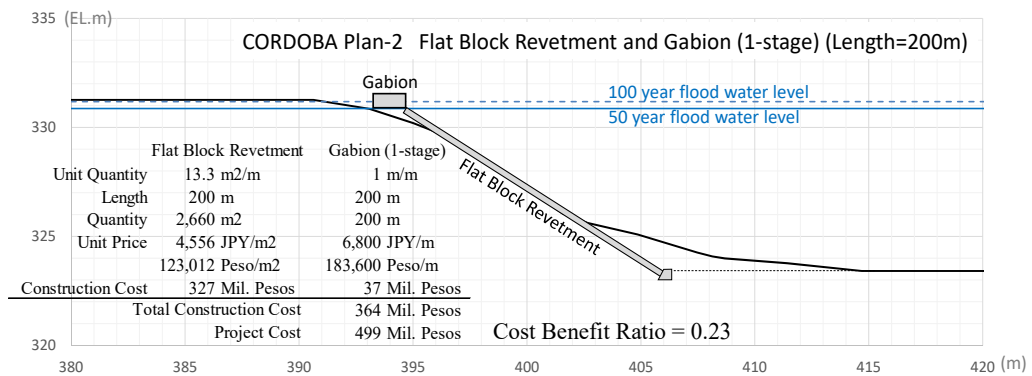
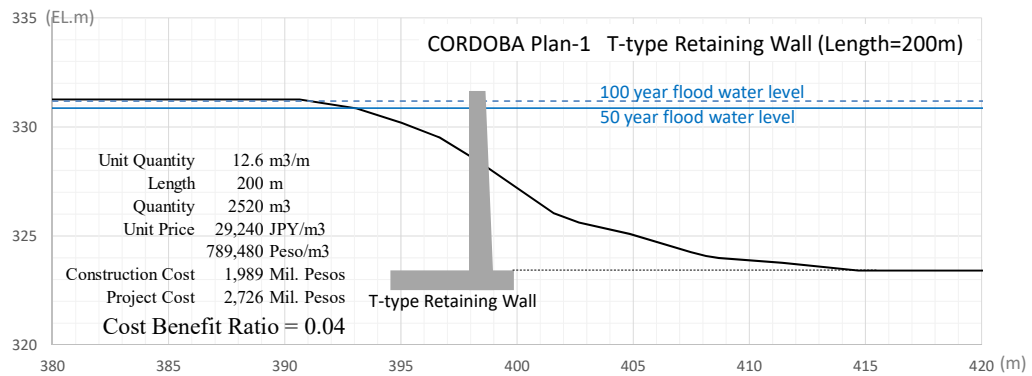


Figura 1.1.7 Medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el área de Córdoba

## 1.2 El Dindal

### (1) Características del desastre

#### 1) Situación actual

El Dindal es una vereda ubicada en el banco izquierdo del tramo medio de Río Negro, con área de 107.472m<sup>2</sup>, 109 hogares y una población de 328 personas.

En esta vereda existen algunas viviendas de manera dispersa a lo largo de la carretera paralela al Río Negro.

En muchos casos detrás de las viviendas se encuentra el río inmediatamente. Es una zona donde hay que preocuparse no solamente por la inundación sino también por los daños a las viviendas causadas por la erosión de los bancos o escorrentía. No existe ninguna estructura contra erosión como protección de orillas por el momento.

Se reporta que los bancos en esta zona sufrieron una erosión de 1,0-2,5m y amenazó a la vereda en la inundación de mayo de 2017.



Figura 1.2.1 Proximidad de Río Negro y las viviendas en El Dindal

## 2) Mecanismo de erosión

La Figura 1.2.2 muestra los ejemplos de erosión en ríos en Japón y sus procesos.

1. El aumento del nivel del agua por el aumento del caudal de inundación
2. Erosión lateral del banco y socavación causadas por el aumento de la velocidad cerca del banco
3. Erosión y destrucción del banco y pérdida de las viviendas

La velocidad del río se aumenta bastante en ríos con pendiente alta en especial, y la erosión se genera fácilmente en los bancos.



Foto Erosión del banco (Río Sendai), 1979

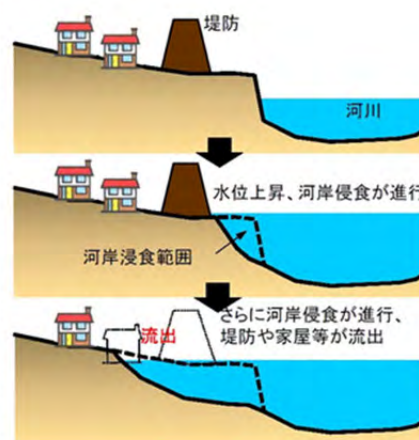


Figura 1.2.2 Mecanismo de erosión del banco

## (2) Medidas

### a) Medidas propuestas

En El Dindal, las inundaciones menores al periodo de retorno de 50 años se manejarán con medidas estructurales, y las inundaciones mayores con periodos de retorno entre 50-100 años se manejarán con medidas no estructurales.

#### **Caso-1: Protección del banco de la orilla con concreto**

La protección de orilla es una estructura que se instala con el fin de proteger los diques o los bancos de las orillas de agua baja de la erosión. Es necesario instalar la protección del banco de la orilla considerando la efectividad de la estructura y la efectividad financiera así como la facilidad de mantenimiento y administración, para que la estructura cumpla con su objetivo y sea estable.

La inundación causa tanto la erosión en los bancos como socavación del lecho del río. Es importante estudiar obras de protección del banco de la orilla y las bases que las soportan ya que la socavación de la base es la mayor causa de la destrucción de protección del banco de la orilla.



A continuación se presenta la estructura básica de la protección de orillas con concreto.

En El Dindal (el banco izquierdo), la pendiente del banco actualmente es aproximadamente 1:30, y la distancia entre el lecho del río y el nivel de inundación del periodo de retorno de 50 años es de 3,6m. En caso de instalar la protección del banco con concreto sobre la pendiente del banco, la longitud de la superficie a proteger es de 11,4m. El valor unitario de la instalación de la protección de orilla es aproximadamente de 20.000 yenes/ m<sup>3</sup> (aproximadamente 540.000 pesos/m<sup>2</sup>), y el costo de instalación en dirección longitudinal por metro será aproximadamente 228.000 yenes /m (aproximadamente 6.516.000 pesos/m<sup>2</sup>).

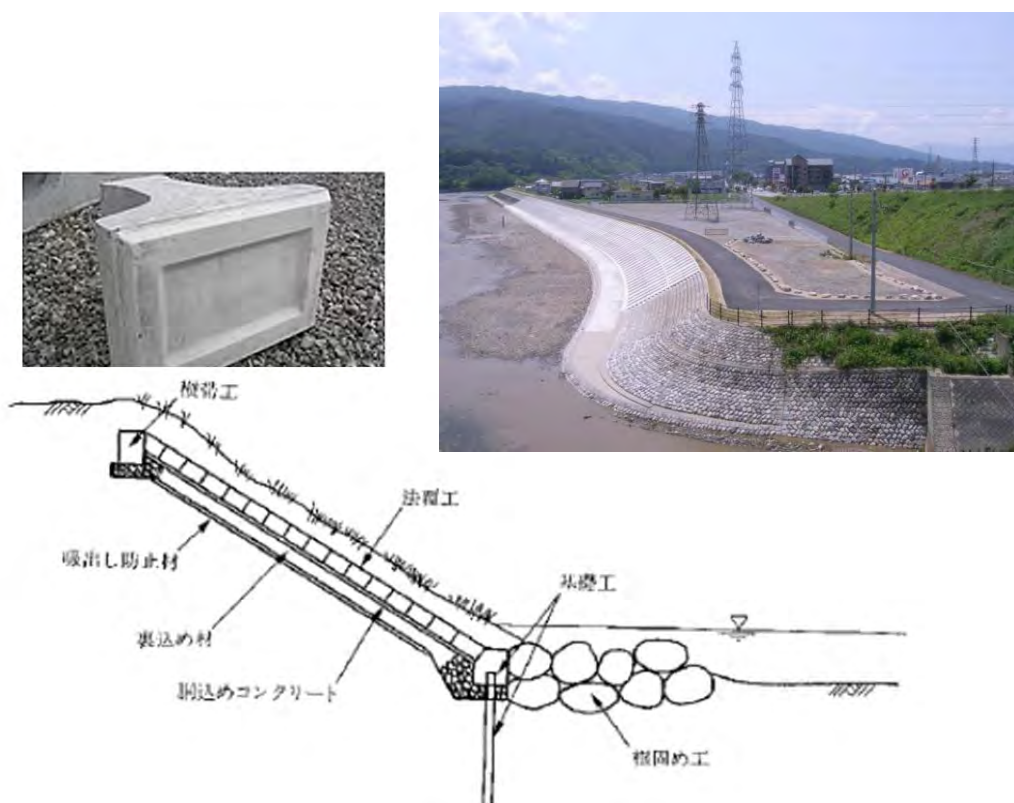


Figura 1.2.3 Estructura de protección del banco de la orilla con concreto

### Caso-2: Gaviones

Se llenan las cestas de alambre metálico con piedras de diámetro relativamente grande, y se utilizan para la protección de orilla. Se pueden utilizar los materiales generados en el punto de instalación para controlar los costos. Es una medida con consideración al medio ambiente ya que dentro de la cesta existen espacios.

Esta medida se encuentra instalada en una parte de Córdoba para la protección de orillas.

En caso de instalar los gaviones, es necesario definir el tamaño de las piedras para que estas no se muevan con la velocidad del agua de inundación, modificando la forma de la cesta.

En El Dindal (el banco izquierdo), la pendiente del banco actualmente es aproximadamente 1:30, y la distancia entre el lecho del río y el nivel de inundación del periodo de retorno de 50 años es de 3,6m. En caso de instalar gaviones de 60cm de altura y 120cm de ancho, se instalarán con una pendiente de 1:1, en forma de escaleras, con 6 escalones. El valor unitario de la instalación de los gaviones (costo de la obra) es de aproximadamente 10.000 yenes /m (aproximadamente 270.000 pesos /m), asumiendo que se utilizan las piedras o rocas coleccionadas en el lugar de instalación en las cestas. Por lo tanto, el valor unitario de instalación en dirección longitudinal es de aproximadamente 60.000 yenes /m (aproximadamente 1.620.000 pesos /m).



Figura 1.2.4 Estructura de gaviones para la protección de orillas

#### b) Selección de las medidas

En El Dindal, las viviendas objetivo de la protección contra inundaciones están ubicadas cerca del banco izquierdo. Río Negro no tiene meandros grandes cerca de los centros urbanos, y la inundación fluye en línea recta sobre el río, por lo tanto la velocidad es alta durante la inundación, y puede causar erosión en los bancos. Por lo tanto, en el banco izquierdo es necesario instalar la protección del banco. Las alternativas de la protección del banco incluyen protección del banco con concreto o con gaviones. Ya que los gaviones son más económicos, y existen varios casos de instalación en Colombia, se selecciona la opción con gaviones. Se instalan los gaviones hasta el nivel de inundación planificada (el nivel de la inundación de periodo de retorno de 50 años), y con el fin de asegurar la altura extra encima de los gaviones, se instalará un pretil. Abajo se presenta el resumen de la medida.

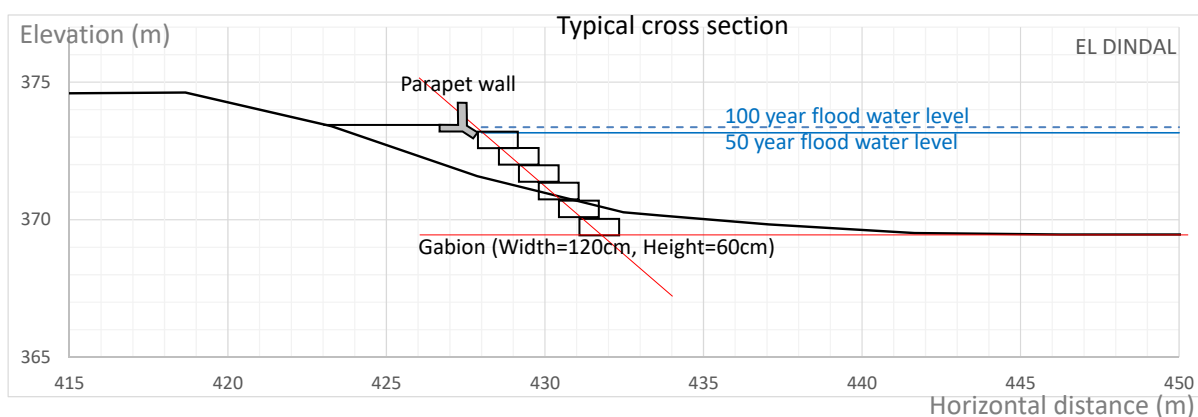


Figura 1.2.5 Resumen de la medida para mitigar inundaciones en El Dindal

c) Costos

Se calculó el costo de las medidas propuestas de la siguiente manera.

- Se instalarán 6 escalones de gaviones, cada una con la altura de 60cm y el ancho de 120cm, en un área con longitud de 900m.
- El costo de gaviones en Japón es de 10.000 yenes / m, sin embargo se supone que el costo en Colombia es 0,68 veces más que en Japón, de la misma manera en que se realizó el cálculo para Córdoba. Por lo tanto, el valor unitario se calcula multiplicando 10.000 yenes / m por 0,68, o sea 6.800 yenes /m (183.600 pesos/m).
- El costo directo calculado multiplicando el valor unitario por la longitud y por 6 escalones es de 991 millones de pesos.

- Encima de los gaviones se instalará el pretil (Parapet Wall) con altura de 80cm. El área de la sección transversal del pretil es de  $0.46\text{m}^2$ , con longitud de 900m, y el valor unitario es de 1.468.800 pesos /  $\text{m}^3$  ( $80.000 \text{ yenes} / \text{m}^3 \times 0,68 = 54.4000 \text{ yenes} / \text{m}^3$ ). Utilizando estos valores, el costo directo del pretil es de 608 millones de pesos.
- La suma de los costos directos de gaviones y el pretil es de 1.600 millón de pesos.
- El costo indirecto de la obra según los casos existentes es de 37% del costo directo de la obra.
- La suma del costo directo y el costo indirecto es de 2.191 millones de pesos.

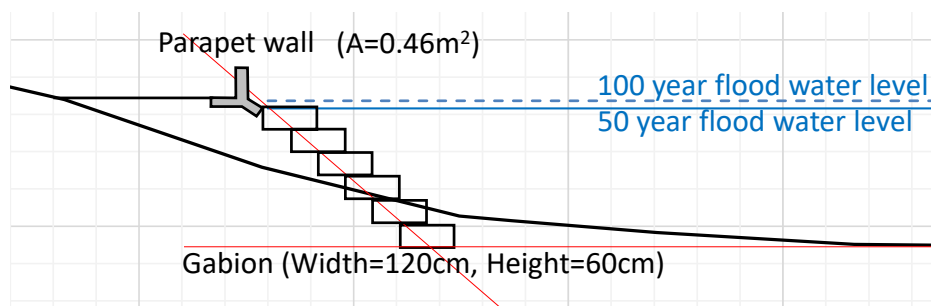


Figura 1.2.6 Gaviones y pretil, sección transversal

### (3) Medidas estructurales simples apropiadas al beneficio

En el estudio arriba mencionado, se concluyó que la medida ideal (Plan-1) sería una medida para la reducción del riesgo de inundaciones en Córdoba. Sin embargo, el resultado del análisis de costo-beneficio de esta medida fue 0,02, lo cual no es práctico. Por lo tanto, como medidas de menor costo, se estudiaron el Plan-2 y el Plan-3 en lugar del Plan-1. En caso del Plan-2, se instalarán 3 niveles de gaviones para proteger el banco de la erosión causada por la corriente de inundación. El área de instalación se limitará a 300m, donde tiende a sufrir la erosión. En el Plan-3, con el fin de reducir los costos aún más, se instalarán 3 niveles de gaviones en una sección con longitud de 45m únicamente, la cual es la sección más vulnerable. Según los resultados de los resultados del análisis de costo-beneficio de los Planes 1, 2 y 3, se debe implementar el Plan-3 para que el resultado del cálculo sea mayor que 1.





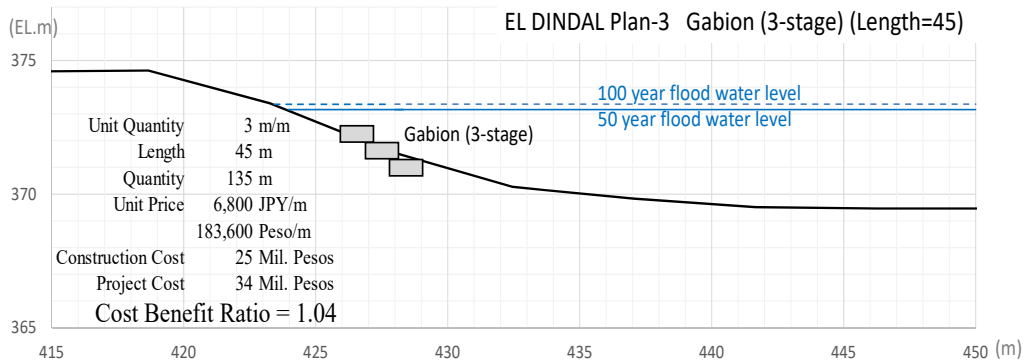
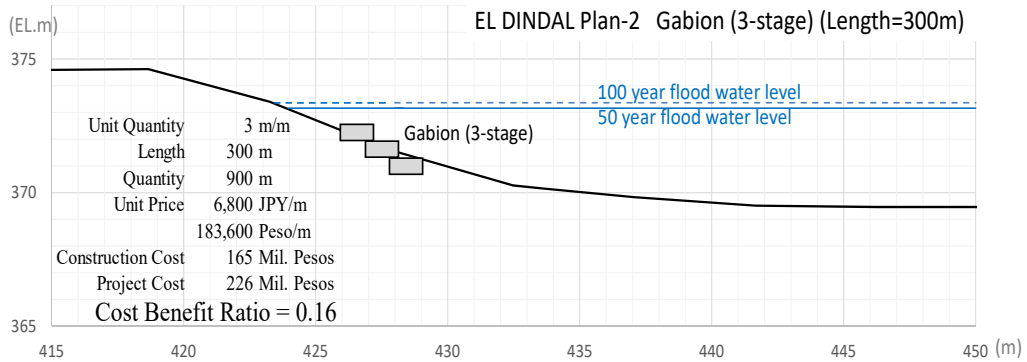
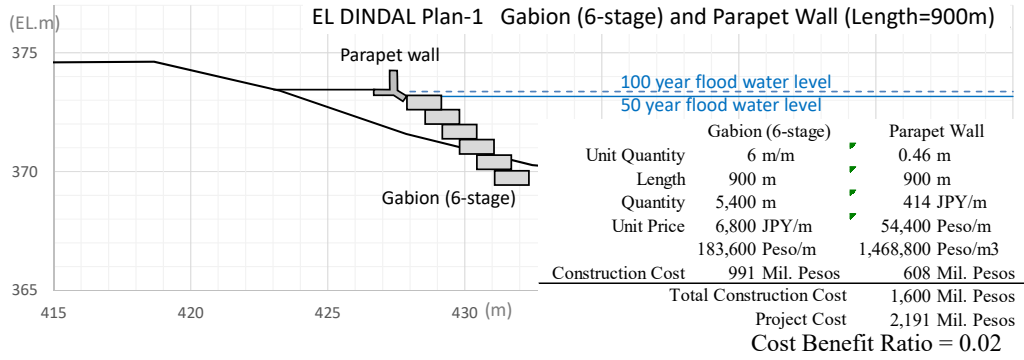


Figura 1.2.7 Medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el área de El Dindal



### 1.3 Útica

#### (1) Características del desastre

Útica ha sufrido desastres de sedimentos causados por inundaciones de manera frecuente en los últimos años. Los materiales sobre las características del desastre provenientes de EOT de Útica se presentan a continuación.



Se han registrado 4 desastres de inundación, todos causados por la Quebrada esto es en general con esos desastres o para alguno en específico en 1963, 1988, 1990 y 2011. En 2011, se registraron 3 víctimas fatales, 190 hogares perdidos, 200 edificios destruidos, y daños a los cultivos.

#### a) Inundación de 17 de noviembre de 1988

Inundación en la cuenca baja de la Quebrada Negra causada por precipitación. También se reportaron deslizamientos y ruptura del dique natural en la Quebrada Papaya. El flujo de inundación se desplazó con altura de entre 1-2m, dejando atrás los sedimentos acumulados. Tres



días después de la inundación, en el sector de Santa Bárbara en Quebradanegra, 5 km aguas arriba de Útica, en el punto K+130 del ferrocarril, se generó un deslizamiento que causó daños al oleoducto que se extiende desde Puerto Salgar hasta Bogotá. Debido a este deslizamiento, 400m de

ferrocarril quedaron sepultados, y la avalancha obstruyó el cauce de Río Negro. Sin embargo, no hubo afectaciones en el área urbana de Útica.

b) Inundación de 2011

Esta inundación de la Quebrada Negra, generada por fuertes precipitaciones afectó los sectores de La Cita, Boyacá y Bogotá, de las 8pm a las 9:30pm del 18 de abril de 2011. En el tramo medio de la Quebrada Negra, el dique natural de la Quebrada La Chorrera sufrió una ruptura, inundando el área urbana de Útica desde la orilla del río hasta la Calle 6, con la profundidad de 2,8m.



Imagen No. 2.29. Efectos del evento hidrogeomorfológico del 18 de abril de 2011: Huella de crecida en vivienda (de hasta 2,25 m).



Imagen No. 2.30. Pérdidas totales a parciales de bienes, concentradas desde la carrera 5 hacia la margen derecha de la quebrada La Negra.

c) Situación después del desastre de agosto de 2011

Un deslizamiento está en curso en Quebrada La Chorrera, llevando los sedimentos, maderas de deriva, y rocas hacia el barranco. La mayoría de los sedimentos de este barranco ya se ha escurrido en Quebrada Negra; sin embargo, esto no significa que amenazas nuevas se hayan desaparecido.



Existen esquistos de color gris a negro en la pendiente, paralelos a sustrato, de los cuales proviene el suelo. Este tipo de suelo se vuelve inestable con contacto con el agua, se quiebra y se cae sobre la superficie, creando represas naturales aguas abajo. Por lo tanto es necesario tomar precaución.



La CAR realizó levantamientos topográficos en 2012, y construyó un modelo numérico para recrear las condiciones de la inundación de 18 de abril de 2011. El objetivo fue mostrar los daños del área urbana en una inundación con periodo de retorno de 100 años sin medidas. A continuación se presenta el mapa de amenaza de inundación elaborado por CAR (periodo de retorno de 20 años). La amenaza se indica con un polígono, y no se presentan los detalles de la amenaza como distribución de la profundidad.



## (2) Medidas

Una presa sabo es una medida estructural efectiva para reducir los desastres de sedimento que ocurren repetidamente en el municipio de Utica.

A continuación se presentan las funciones y los ejemplos de Japón.

### 1) Funciones de presas sabo

#### a) Inmediatamente después de la construcción



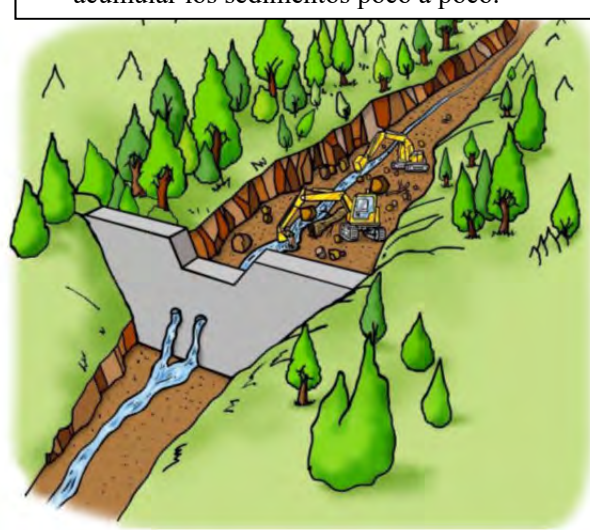
1. Los sedimentos fluyen acompañados por el agua en el río siempre.



2. Con la instalación de la presa sabo, en el lado aguas arriba de la presa, se comienzan a acumular los sedimentos poco a poco.



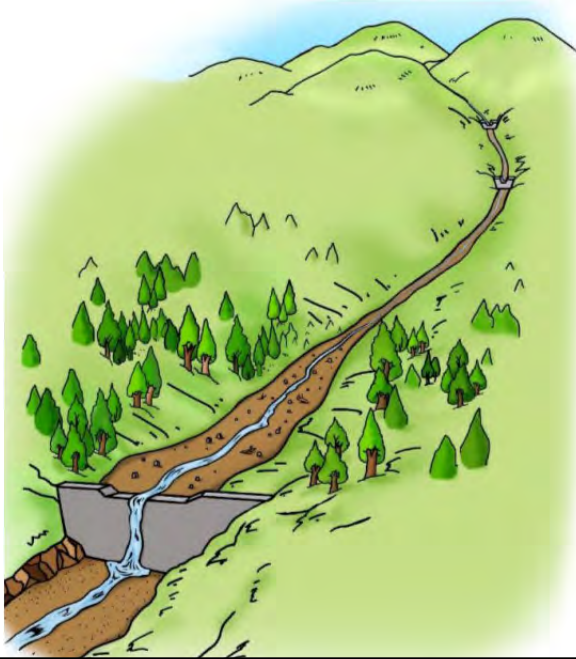
3. En caso del flujo de detritos causado por precipitación grande, la presa retiene los sedimentos que contienen rocas grandes y maderas de deriva, previniendo daños aguas abajo.



4. Se remueven las rocas, los sedimentos y maderas de deriva acumulados en la presa se remueven para prepararse para el siguiente flujo de detritos.



b) Después de la acumulación de sedimentos



5. Los efectos de la presa sabo no se pierden aún cuando se llene de los sedimentos. En el lado aguas arriba de la presa, la acumulación de los sedimentos reduce la pendiente, ensanchando el cauce, y reduciendo la velocidad.



6. Si llega nuevamente una gran cantidad de sedimentos por inundación, la velocidad se reduce en el lado aguas arriba de la presa donde se redujo la pendiente, y los sedimentos se acumulan encima de la acumulación existente.



7. Los sedimentos acumulados encima de los sedimentos existentes se desgastan cada vez que llueve, escurriendo poco a poco hacia aguas abajo. Después, si ocurre otra inundación, nuevamente se acumula como en el Numeral 6.

Fuente: Función de presas sabo, Oficina de conservación de territorio nacional, Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo, Japón (MLIT)

2) Ejemplos de presas sabo en Japón

**Caso-1: Río Inari, tributario del Río Kinu, Presa de sabo Hinata**

●Altura : 46m, ●Longitud : 173m,

●Volumen planificado de acumulación : 1.500.000m<sup>3</sup> ●Altura en la corona : 1.098m



**Caso-2: Río Koshibu, tributario del Río Tenryu,  
Presa de sabo Wazo**

●Altura : 23m

●Longitud : 33m

●Área de cuenca : 82,4km<sup>2</sup>

●Pendiente original del lecho : 1/28,5

●Volumen planificado de acumulación : 1.000.000m<sup>3</sup>







### 3) Medidas en Quebradanegra

#### a) Método para determinar el volumen de la presa sabo

El volumen de sedimentos escurridos en el centro urbano de Útica durante la inundación de 2011 se asume que fue aproximadamente  $2.000.000\text{m}^3$ . En Colombia, la magnitud de este desastre de sedimentos es evaluado como 10 años de periodo de retorno. Por lo tanto, se estudiaron las opciones para captar aproximadamente  $2.000.000\text{m}^3$  de sedimentos con presas sabo.

#### b) Tipo de presa sabo

El volumen de sedimentos captados por la presa sabo depende del tipo de presa sabo. Existen dos categorías de presas sabo, tipo no rejillas y tipo rejillas. En la categoría de tipo rejillas, existen tipo rejillas de acero y rejillas de concreto, dependiendo de la estructura de la parte de rejillas. Tipo rejillas captan mayor volumen de sedimentos por inundación que tipo no rejillas. Tipo rejillas de acero es apropiado para el área de flujo de lodo y detritos, y el tipo rejillas de concreto es apropiado para el área de arrastre de fondo. Por lo tanto, en este estudio se seleccionó el tipo rejillas de concreto.

Tabla 1.3.1 Tipos de presas sabo

<b>Tipo no rejillas</b> Non-transmission type	<b>Tipo rejillas de acero</b> Transmission type (made of steel)	<b>Tipo rejillas de concreto</b> Transmission type (made of concrete)
		
Presa sabo convencional común	Apropiado para el área de flujo de lodo y detritos	Apropiado para el área de arrastre de fondo (inapropiado para el área de flujo de lodo y detritos). El volumen de sedimentos captados es mayor al tipo no rejillas y es más económico.



c) El volumen de sedimentos captados por presa sabo, el número de presas sabo necesarias

El volumen de sedimentos que se pueden captar con la presa sabo tipo rejillas es 1,1 veces más del volumen de sedimentos almacenados (F). El volumen de sedimentos almacenados (F) se puede calcular con el pendiente del lecho del río (N), ancho promedio de acumulación (B) y altura de dique (h).

$$F = NBh^2$$

F : Volumen de sedimentos almacenados (m<sup>3</sup>) , N: pendiente del lecho del río (el valor del denominador de fracciones), B: ancho promedio de la acumulación (m).

El volumen de sedimentos que se pueden captar en caso de instalar 4 presas sabo, calculado con la ecuación de arriba, es 2.150.000 m<sup>3</sup> como se observa en la siguiente tabla, el cual supera 2.000.000m<sup>3</sup>, el volumen aproximado de sedimentos escurridos en el centro urbano de Útica durante la inundación de 2011.

Tabla 1.3.2 Volumen de sedimentos captados

	Altura presa h (m)	Pendiente lecho del río N	Ancho sedimentación B (m)	Volumen de almacenamiento de sedimentos 1,1F (m <sup>3</sup> )	Longitud sedimentación L (m)
Presa sabo 1	8	50	100	352.000	800
Presa sabo 2	15	50	100	1.237.500	1500
Presa sabo 3	8	50	100	352.000	800
Presa sabo 4	7	50	80	215.600	700
Total				2.157.100	

d) Ubicación de presas sabo

La propuesta de la ubicación de presas sabo en Quebradanegra se presenta en la figura de abajo. Se diseñó para la instalación de 4 presas sabo.

- La presa sabo más aguas abajo se instala en el lugar más cercano posible al centro urbano con el fin de controlar la escorrentía de sedimentos en áreas cercanas al centro urbano de Útica, el objetivo de protección.
- Para captar el mayor volumen de los sedimentos escurridos de toda la cuenca, se instalan las presas hacia aguas abajo.
- Para asegurar la altura de la presa sabo, se seleccionan los puntos donde existe diferencia de altura entre el lecho del río y los dos bancos para la instalación de presas sabo.
- Se seleccionan los puntos donde el ancho del cauce aguas arriba de la presa sabo es suficiente (ya que en el cálculo del volumen captado asume que el ancho de la acumulación es de 60m, no se puede captar el volumen necesario en el plan aunque se instale la presa sabo si el ancho del cauce no supera este valor).

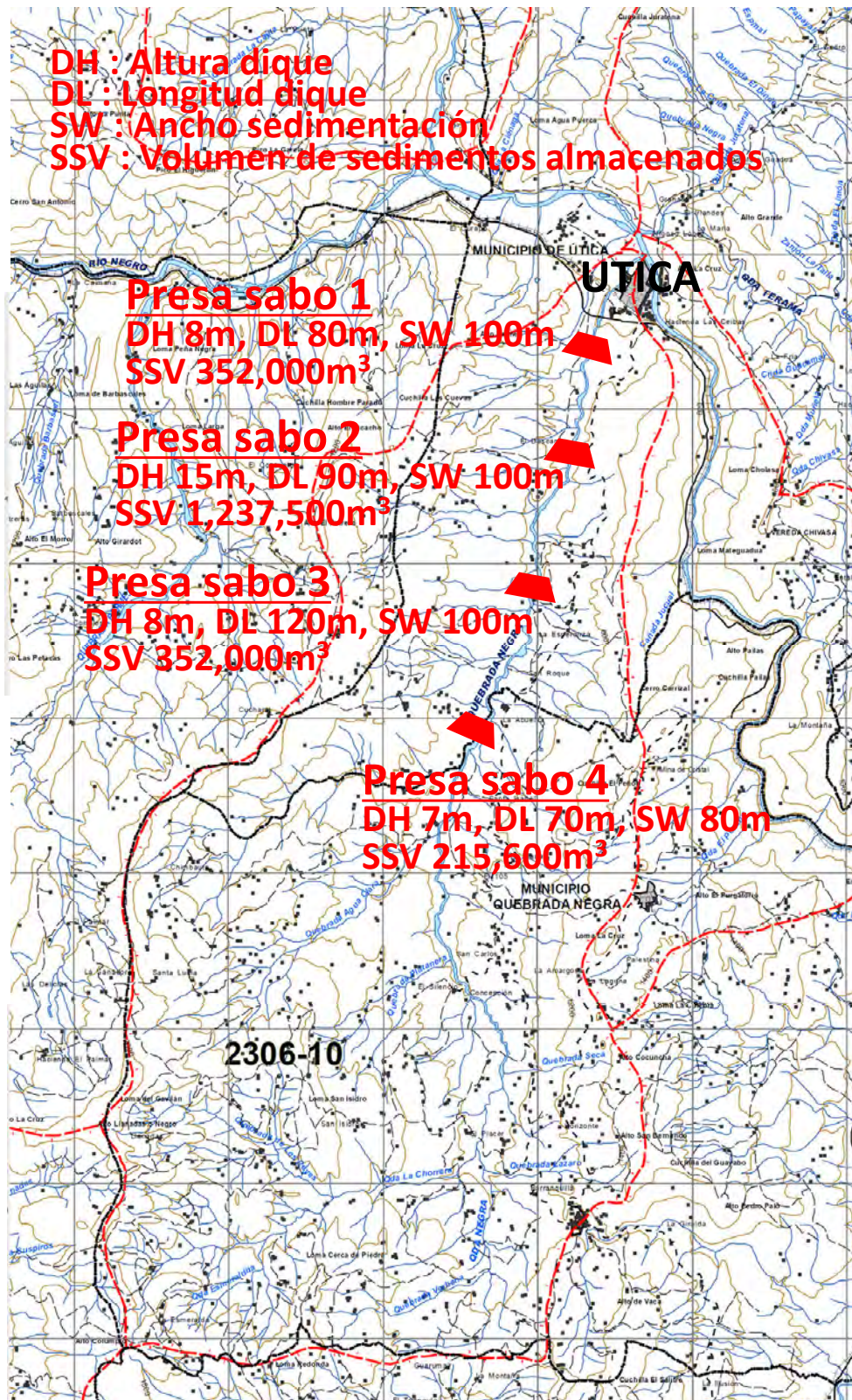


Figura 1.3.1 Propuesta de la ubicación de presas sabo en Quebradanegra

e) Costos

Se calculó el costo de la medida propuesta de la siguiente manera.

- Se definieron el ancho de la coronación, el ancho del fondo y la altura de cada una de las 4 presas para calcular el área de la sección transversal de la presa.
- Se calculó el volumen de la presa (volumen del concreto), multiplicando el área de la sección transversal por la longitud de la presa.
- Se calculó el costo directo de la obra multiplicando el volumen de concreto por el valor unitario del concreto.
- El costo indirecto de la obra según los casos existentes es de 37% del costo directo de la obra.
- El costo total es la suma del costo directo y costo indirecto.

El costo total calculado de esta manera es de 17.124 millones de pesos como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1.3.3 Costos de construcción de las presas sabo en Quebradanegra

		Presa sabo 1	Presa sabo 2	Presa sabo 3	Presa sabo 4	Total costo directo de 4 presas	Costo indirecto	Costo total del proyecto
		a	b	c	d	e=a+b+c+d	f=e×0.37	g=e+f
Área sección transversal	Ancho coronación (m)	3	3	3	3			
	Ancho fondo(m)	16,5	16,5	16,5	16,5			
	Altura de presa (m)	8	15	8	7			
	Área (m <sup>2</sup> )	78	146,25	78	68,25			
Longitud	Coronación(m)	80	90	120	70			
	Fondo (m)	48	54	72	42			
	Banco izquierdo (m)	16	18	24	14			
	Banco derecho(m)	16	18	24	14			
Volumen concreto	Banco izquierdo (m <sup>3</sup> )	416	878	624	319			
	Banco derecho (m <sup>3</sup> )	416	878	624	319			
	Parte central (m <sup>3</sup> )	3.744	7.898	5.616	2.867			
	Total (m <sup>3</sup> )	4.576	9.653	6.864	3.504	24.596		
Costo	Valor unitario (JPY/m <sup>3</sup> )	18.920	18.920	18.920	18.920			
	Costo directo (Millón JPY)	87	183	130	66	465	172	638
	Tasa (pesos/JPY)	27	27	27	27			
	Costo directo (Millón pesos)	2.338	4.931	3.506	1.790	12.565	4.649	17.214

*Referencia: Método del cálculo del volumen de escorrentía de sedimento (ejemplo japonés)*

**【Método para determinar la capacidad de la presa sabo】**

Existen varios métodos para controlar la escorrentía de sedimentos de la cuenca con la instalación de la presa sabo; sin embargo, aquí se presenta el método para captar los sedimentos escurridos en una inundación con presa sabo.

**【Volumen de sedimentos escurridos en una inundación】**

El volumen de sedimentos escurridos en una inundación depende de la magnitud de la inundación, la pendiente del río, y la geología de la cuenca. En Japón existen estudios sobre el volumen de sedimentos escurridos en una inundación de periodo de retorno de 50 años. El volumen de sedimentos escurridos cambian en el “área de arrastre de fondo” con pendiente menor de 1/30 y en el “área de flujo de lodo y detritos” con pendiente mayor de 1/30. Como se observa en la siguiente figura, la mayoría de las secciones en Quebradanegra tiene pendiente menor de 1/30, se considera que esta quebrada se ubica en el área de arrastre de fondo.

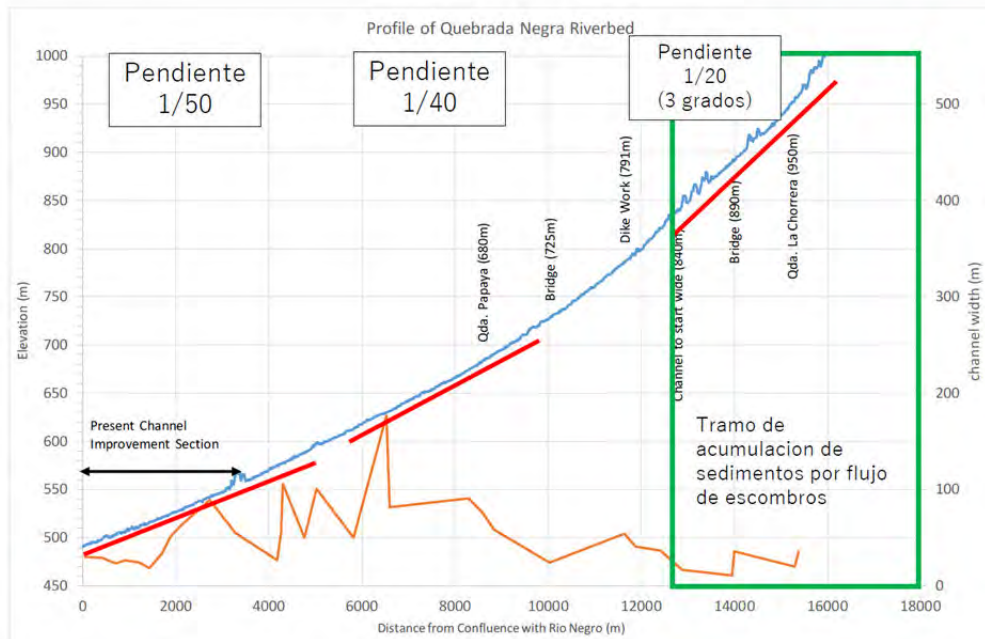


Figura 1.3.2 Perfil longitudinal del lecho de Quebradanegra

La siguiente tabla muestra el volumen de sedimentos escurridos de la cuenca durante la inundación, según los estándares técnicos de sabo en los ríos en Japón. Aquí se utiliza el valor promedio de esta tabla.

Tabla 1.3.4 Volumen de sedimentos escurridos en una inundación en la zona de arrastre de fondo (Área de cuenca 10km<sup>2</sup>, inundación de periodo de retorno de 50 años)

Geología	Volumen de sedimentos escurridos (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1 inundación)		
	Promedio	Alto	Bajo
Granito	52.500	45.000	60.000
Productos volcánicos	70.000	60.000	80.000
Terciario	45.000	40.000	50.000
Zona de trituración	112.500	100.000	125.000
Otros	25.000	20.000	30.000
Promedio	61.000		

El volumen de sedimentos escurridos en una inundación según la tabla arriba es 61.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Este valor fue determinado asumiendo que el área de cuenca es de 10km<sup>2</sup>, y si el área de cuenca es aproximadamente 10 veces mayor, se debe multiplicar el volumen de sedimentos de la tabla arriba



por 0,5. El área de cuenca de Quebradanegra es de  $70\text{km}^2$ , y es aproximadamente 10 veces mayor del área de cuenca asumida, por lo que el volumen de sedimentos escurridos sería de  $30.000\text{m}^3/\text{km}^2$ , aproximadamente el valor obtenido multiplicando  $61.000\text{m}^3/\text{km}^2$  por 0,5.

## 2. Medidas no estructurales

A continuación se presenta el plan de medidas no estructurales para el área objetivo o para toda la cuenca.

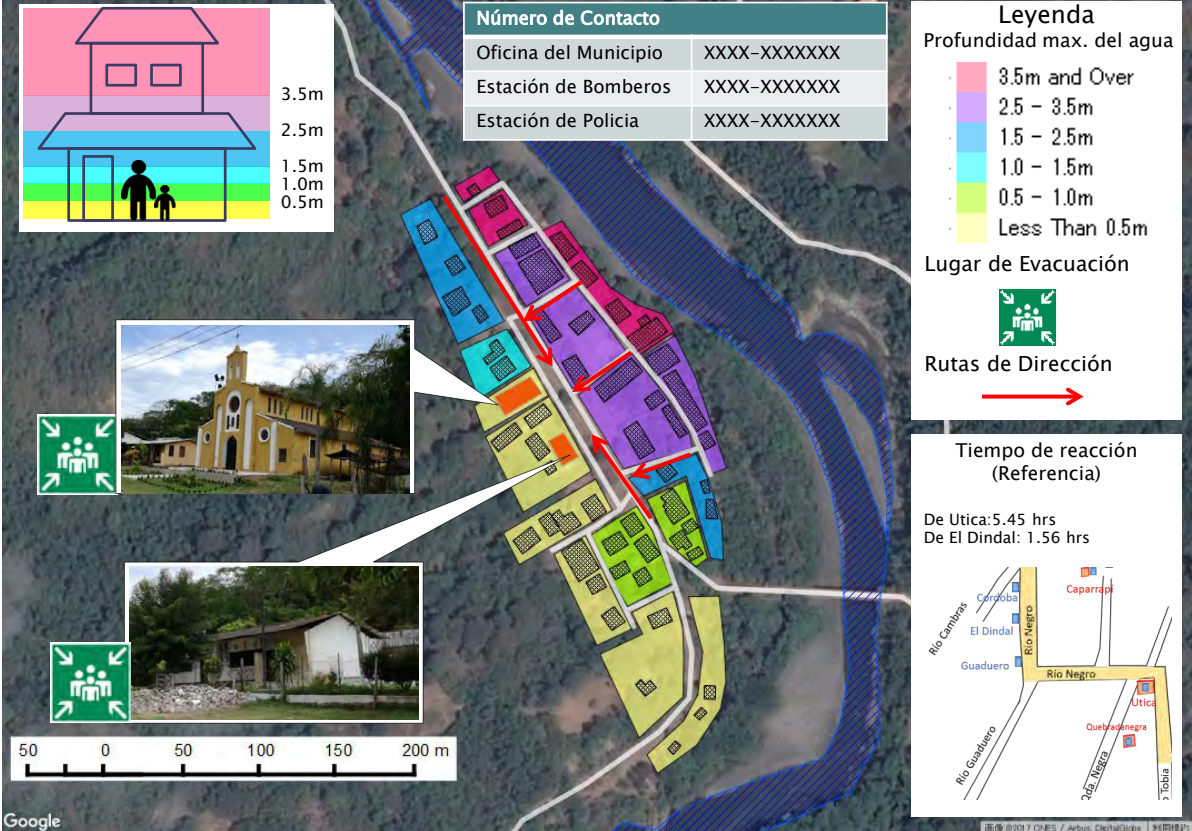
### 2.1 Mapas de reducción de riesgo de desastre (DRR)

Se elaboraron mapas de reducción de riesgo de desastre (mapas DRR, siglas en inglés, borrador), utilizando los datos de área y profundidad de inundación, resultados de la simulación con inundación objetivo del plan (con periodo de retorno de 100 años) en las áreas objetivo. Los mapas de reducción del riesgo de desastres - DRR, continen la profundidad máxima en un evento de inundación objetivo, albergues, rutas de evacuación, contactos de emergencia, y el tiempo de propagación de inundación desde aguas arriba, para cada zona. En cuanto a la profundidad máxima y el tiempo de propagación de inundación, es necesario entender que estos valores son resultados del cálculo realizado con solamente datos disponibles y bajo condiciones proyectadas y recordar que siempre existe la posibilidad de que se genere una inundación más grande que la inundación objetivo. También es importante escribir esto de manera clara a la hora de publicarlo.

El mapa se publica o se distribuye a los residentes después de la verificación por cada municipio, y se proyecta su utilización para crear conciencia sobre las inundaciones y para la evacuación en caso de inundación.

El mapa DRR se elaboró en el área objetivo donde el desbordamiento es la causa principal en el patrón de daños de inundación. A continuación se presentan los mapas DRR (borrador) elaborados en el proyecto.

# Desarrollo del Mapa DRR en Cordoba



2.2 Sistema de alerta temprana

2.2.1 Posición del sistema de alerta temprana de inundación como medidas contra inundaciones en IFMP-SZ

En este capítulo se estudiará el sistema de alerta temprana, una de las medidas no estructurales, como parte del estudio de medidas estructurales y medidas no estructurales en este IFMP-SZ. En la figura a continuación se presenta la posición que este sistema de alerta temprana ocupa en el IFMP-SZ.

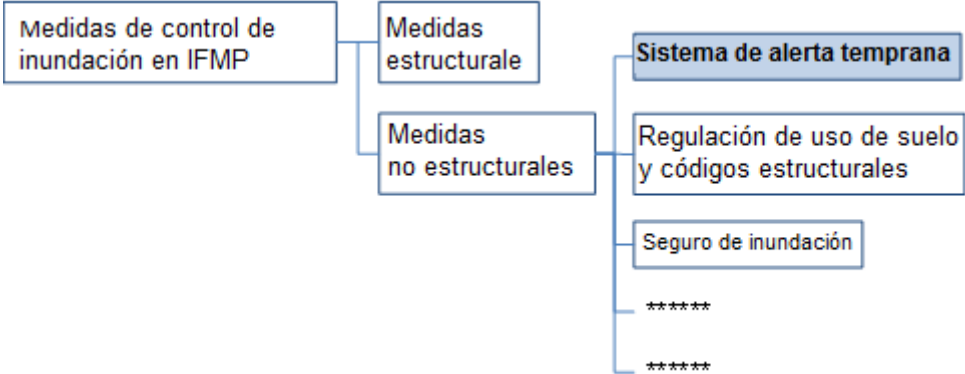


Figura 2.2.1 Posición del sistema de alerta temprana

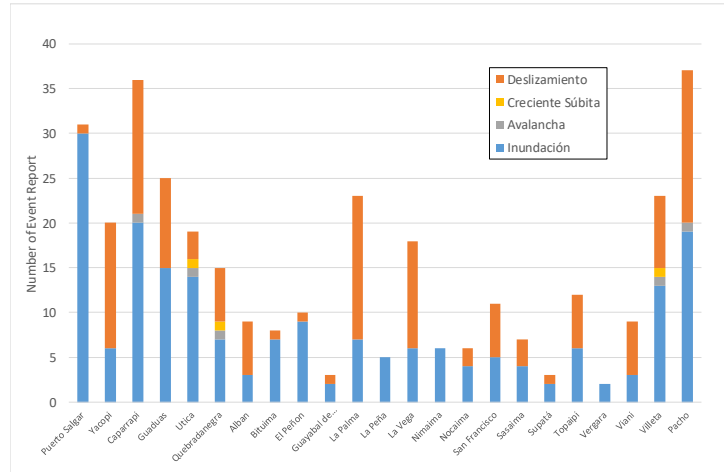
Se espera que este sistema de alerta temprana sea una medida para la inundación que no se pueda manejar con las medidas estructurales. A pesar de que esta medida no reduce los daños físicos, tiene como propósito evitar sufrimiento de las personas.

El desarrollo de sistema de alerta temprana tiene costo más bajo comparado con las medidas estructurales, y tiene como característica de que es posible implementarlo y ver los efectos del mismo en corto tiempo.

2.2.2 Características de los daños de inundación en la cuenca de Río Negro

A parte del río principal de Río Negro, existen varios tributarios como Río Tobia, Río Guaduro y Río Guaguaquí en la cuenca de Río Negro. La figura a continuación ordena los municipios en la cuenca de Río Negro desde aguas arriba hacia aguas abajo y relaciona el número de desastres generados en cada municipio. Basado en esta figura, se observa que las inundaciones ocurren en todos los municipios en la cuenca, desde aguas arriba hasta aguas abajo.





Fuente: datos de DNP organizados por Equipo de Proyecto de JICA

Figura 2.2.2 Datos de desastres pasados en la cuenca de Río Negro

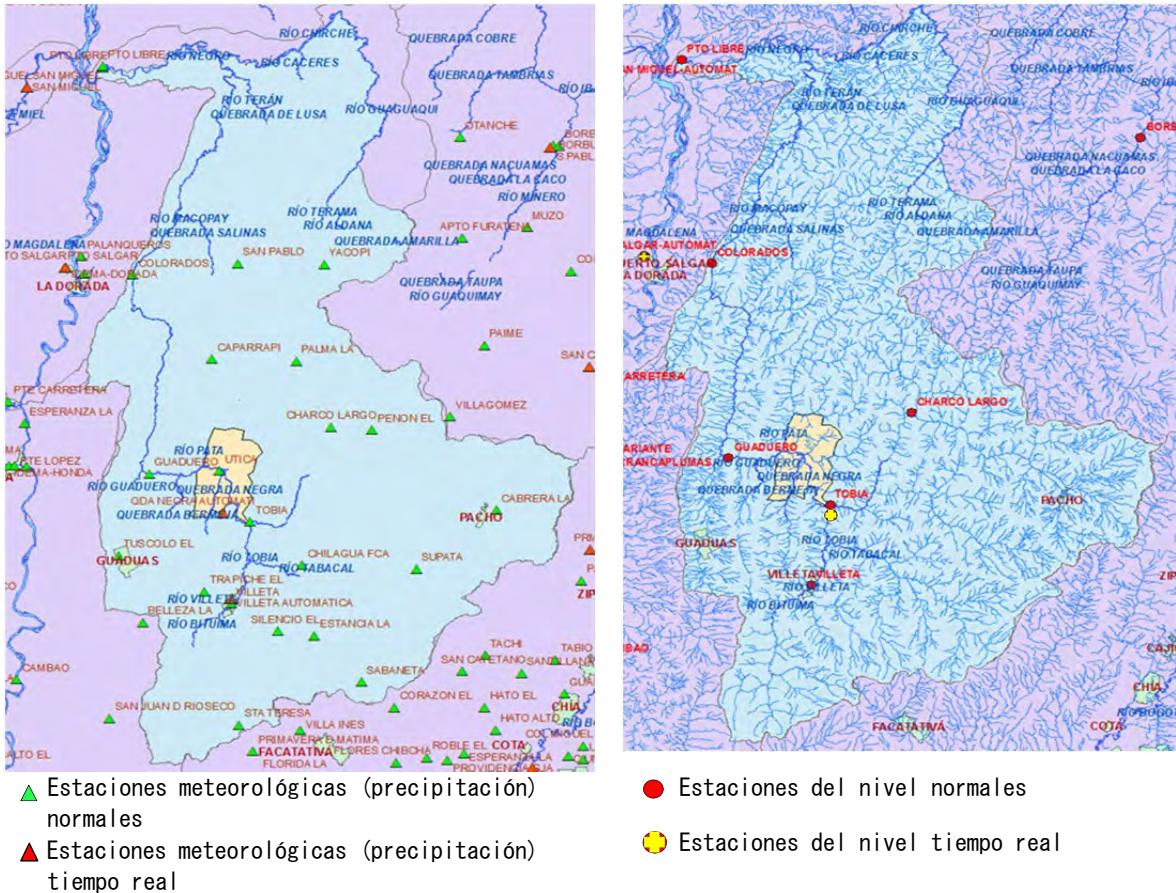
Por otro lado, la influencia de los tributarios sobre la inundación no es poca, y las zonas aledañas a los puntos de confluencia con el cauce principal sufren daños de inundación de manera frecuente; se espera el desarrollo del sistema de alerta temprana que incluye tanto el río principal como los tributarios.

En la inundación de 2011, se generaron daños en varios municipios de manera simultánea. En este momento es urgente estudiar las medidas que incluye toda la cuenca, y no las medidas individuales por municipio.

### 2.2.3 Retos relacionados con el pronóstico, alerta y evacuación

#### Falta de estaciones de precipitación y de nivel

Aunque IDEAM y CAR avanzan en la ordenación de estaciones de precipitación y de nivel en la cuenca de Río Negro, no hay suficientes estaciones para tener datos necesarios temporales ni espaciales para el pronóstico y la emisión de alertas. No cuenta con suficiente observación de tiempo real ni con pronóstico y alertas con suficiente tiempo de ventaja.



Fuente: IDEAM (octubre de 2014)

Figura 2.2.3 Ubicación de las estaciones (IDEAM) en la cuenca de Río Negro

### Obstáculos para la evacuación

En cuanto a la evacuación a nivel municipal, se expresó que existen casos en que los residentes no evacúan a pesar de la emisión del orden de evacuación por el miedo de ser víctimas de saqueo durante la evacuación por la inundación.

### Sistema de comunicación deficiente

En las inundaciones de 2011, se presentó un caso donde el Departamento intentó comunicarse con los municipios para confirmar la situación de evacuación, sin éxito ya que las llamadas telefónicas de los celulares se cortaron. Es un reto importante garantizar varias vías de comunicación para la difusión de alerta y confirmación de la situación.

### Guías existentes insuficientes

UNGRD elaboró la “Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana”. Ya que esta guía abarca todos los tipos de desastres, es necesario un estudio adicional de medidas concretas especializadas para la inundación. En esta guía, debido a que la respuesta a nivel nacional tiene un límite, se enfoca en los trabajos a nivel de la comunidad para la alerta temprana. En adelante, es necesario construir un sistema donde las entes de gobierno central apoyan a las comunidades (municipios) y el sistema donde las comunidades (los municipios) se colaboran.



Fuente: UNGRD

Figura 2.2.4 Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana

#### 2.2.4 El objetivo y el concepto del desarrollo del sistema de alerta temprana

Teniendo en cuenta los retos en la sección anterior, se definen dos puntos, el objetivo y el concepto de este IFMP-SZ, como se presentan a continuación, en el desarrollo del sistema de alerta temprana.

“Garantizar suficiente tiempo de ventaja para salvar no solamente la vida humana sino también algunas pertenencias”

“Promover no solamente la respuesta individual de los municipios sino también una medida para toda la cuenca (especialmente la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo)”

En la entrevista realizada en el presente proyecto, se aclaró que los residentes dentro de la cuenca de Río Negro desean llevarse las pertenencias y ganados a la hora de la evacuación. La medida no estructural de alerta temprana puede salvar la vida humana, mas no puede reducir daños físicos. Sin embargo, se requiere aliviar el problema de que la calidad de vida de los residentes se disminuye cada vez que sufren de inundación. También, se han observado los casos de saqueo durante la evacuación, y es necesario reducir en lo posible las pérdidas de los residentes ocasionadas por la evacuación, permitiendo que los residentes se lleven algunas pertenencias. Por lo tanto, es importante construir un sistema que aumente el tiempo de ventaja en lo posible con el fin de garantizar el tiempo suficiente para la preparación para llevarse las pertenencias.

Teniendo en cuenta lo arriba descrito, se realizaron estudios como parte de las actividades del presente proyecto. Como resultado, se confirmó que es posible garantizar suficiente tiempo de ventaja para la evacuación si aparte de las medidas individuales de los municipios se promociona una medida para toda la cuenca que incluye la colaboración entre los municipios aguas arriba y aguas abajo. También se aclaró que es importante que los entes de nivel más alto como UNGRD,

IDEAM, CAR y la Gobernación de Cundinamarca tomen liderazgo para la medida para toda la cuenca.

## 2.2.5 Formulación del plan basado en los 4 elementos del sistema de alerta temprana

Como un estándar (norma) del sistema de alerta temprana, se elaboró “Desarrollo de Sistema de Alerta Temprana: una lista de verificación” (en adelante “lista de verificación”) en el Congreso internacional de sistema de alerta temprana, realizado en Bonn, Alemania, entre 27 y 29 de marzo de 2006. La lista verificación está compuesta por los ítems comunes y 3 elementos principales, y se utiliza como referencia cuando las entidades gubernamentales o las comunidades construyen o evalúan el sistema de alerta temprana. Concretamente, aparte del ítem común “repartición de responsabilidades”, existen 4 elementos: 1) Conocimiento del riesgo, 2) Monitoreo y servicio de alerta, 3) Difusión y comunicación, y 4) Capacidad de respuesta, que se presentan en la figura a continuación.



Fuente: Plataforma UN/ISDR para la promoción de alerta temprana

Figura 2.2.5 Los 4 elementos del sistema de alerta temprana

En el presente proyecto, se elaboró un plan para estos 4 elementos, teniendo en cuenta las situaciones comprendidas a través de las actividades del proyecto y a través de las discusiones con la C/P, con el fin de mejorar el pronóstico y alerta de inundación en la cuenca de Río Negro.



Tabla 2.2.1 Plan de desarrollo del sistema de alerta temprana en la cuenca de Río Negro

Elementos claves	Contenido	Municipios objetivos	Entidad responsable	Plazo
Conocimiento del riesgo	a. Estudio a través de encuestas sobre el tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación en cada municipio (existen ejemplos de implementación y de los formatos en este proyecto)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 2 años)
	b. Distribución del mapa de amenaza de inundación elaborado en el proyecto para cada municipio	Municipios que ya cuentan con él	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 3 años)
	c. Instalación de señalizaciones que indican la profundidad proyectada de la inundación	Municipios que ya cuentan con él	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 2 años)
Servicio de monitoreo y alerta	d. Aumento de estaciones automáticas y tiempo real de observación de niveles	Sobre el río principal (Cambrás, Córdoba, El Dindal, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas)	IDEAM, CAR	Corto (dentro de 3 años)
	e. Estudio de valores estándares para la comunicación de alerta e inicio de evacuación a través de la redefinición del nivel de peligro (amarillo, naranja y rojo) y revisión del mismo	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas)	IDEAM	Implementación continua
	f. Instalación de radares meteorológicos y difusión de los datos		IDEAM	Largo (dentro de 3 años)
	g. Densificación de alertas de lluvias fuertes e inundación (aumento de frecuencia de emisión y resolución espacial)		IDEAM, UNGRD	Largo (dentro de 10 años)
Difusión y comunicación	h. Intercambio de los resultados del análisis de intervalo de tiempo entre los municipios relevantes en el Comité de la Cuenca (ejemplo de realización en este proyecto, en municipio de Guaduas)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó)	Gobernación, CAR, UNGRD	Corto (dentro de 3 años)
	i. Firma de acuerdos de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo, estudio del contenido de la colaboración (existe un formato elaborado en este proyecto)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación, CAR, UNGRD	Corto (dentro de 3 años)
	j. Propuesta de instalación de dispositivos de comunicación inter-municipal (radio) y su administración	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Corto (dentro de 3 años)
	k. Instalación y administración de equipos para la difusión de orden de evacuación (altavoces, campanas)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Corto (dentro de 3 años)
	l. Replicación de SAT de Útica-Qda. Negra	Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Largo (dentro de 10 años)
Capacidad de respuesta	m. Educación para los residentes (sobre mapas de amenaza de inundación, sistema de comunicación aguas arriba-aguas abajo)		Municipios	Implementación continua
	n. Apoyo para el simulacro de evacuación y implementación de entrenamiento de la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación, UNGRD, Municipios	Implementación continua
	o. Apoyo para la administración y mantenimiento de la ruta de evacuación y albergues		Municipios	Implementación continua

En las secciones en adelante, se elaborarán contenidos relacionados con la situación actual del contenido del plan para cada elemento, los retos, y las implementaciones de medidas de mejora.

### (1) Conocimiento del Riesgo

En la tabla a continuación se presenta el plan para el conocimiento del riesgo.

Tabla 2.2.2 Plan para el conocimiento del riesgo

Contenido	Municipios objetivos	Entidad responsable	Plazo
a. Estudio a través de encuestas sobre el tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación en cada municipio (existen ejemplos de implementación y de los formatos en este proyecto)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobía, Charco Largo, Pachó) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas, Villeta)	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 2 años)
b. Distribución del mapa de amenaza de inundación elaborado en el proyecto para cada municipio	Municipios que ya cuentan con él	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 3 años)
c. Instalación de señalizaciones que indican la profundidad proyectada de la inundación	Municipios que ya cuentan con él	Gobernación, CAR	Corto (dentro de 2 años)

a. Estudio a través de encuestas sobre el tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación en cada municipio (existen ejemplos de implementación y de los formatos en este proyecto)

### Situación actual

Aunque las personas encargadas en cada municipio sí tienen un concepto del tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación, este dato no está organizado de tal manera que un tercero lo pueda consultar.

### Retos

Es necesario entender la situación actual del tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación en cada municipio con el fin de garantizar suficiente tiempo de ventaja desde la emisión de alerta de inundación hasta la evacuación.

### Implementación para el mejoramiento

Realizar entrevistas en cada municipio con el fin de entender la situación actual del tiempo requerido para la difusión de alerta y evacuación.

- b. Distribución del mapa de amenaza de inundación elaborado en el proyecto para cada municipio

### Situación actual

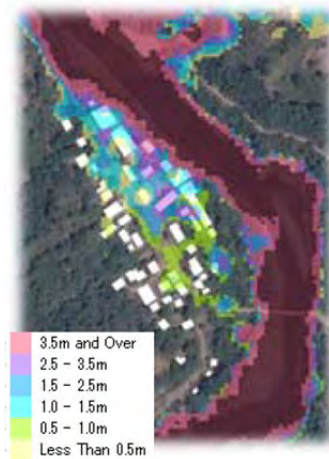
En el presente proyecto se elaboró el mapa de inundación suficientemente detallado para identificar las cuadras, en 7 áreas residenciales al lado del cauce principal de Río Negro donde se presentan grandes daños de inundación.

### Retos

Es necesario compartir los mapas de inundación elaborados en este proyecto para que sea utilizado en las actividades de prevención de desastre.

### Implementación para el mejoramiento

Contribuir al conocimiento del riesgo con la distribución del mapa de inundación en cada municipio.



Fuente: elaborado en el presente proyecto

Figura 2.2.6 Ejemplo del mapa de inundación

c. Instalación de señalizaciones que indican la profundidad proyectada de la inundación

Situación actual

Aunque las personas encargadas reconocían la necesidad por señalizaciones de la profundidad proyectada de inundación, no se había implementado por la falta del mapa de inundación.

Retos

Es necesario proveer información fácil de entender para los residentes de cada municipio.

Implementación para el mejoramiento

Utilizar el mapa de inundación en la sección b arriba e implementar la señalización de profundidad proyectada de inundación en cada municipio como el ejemplo de la Figura de abajo. En los municipios que no cuentan con el mapa de amenaza de inundación, estudiar la posibilidad de implementar la señalización después de confirmar los datos de inundaciones pasadas a través de las entrevistas.



Figura 2.2.7 Ejemplo de señalización de la profundidad proyectada en Japón



## (2) Servicio de monitoreo y alerta

En la tabla a continuación se presenta el plan de Servicio de monitoreo y alerta.

Tabla 2.2.3 Plan de servicio de monitoreo y alerta

Contenido	Municipios objetivos	Entidad responsable	Plazo
d. Aumento de estaciones automáticas y tiempo real de observación de niveles	Sobre el río principal (Cambrás, Córdoba, El Dindal, Pacho) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas)	IDEAM, CAR	Corto (dentro de 3 años)
e. Estudio de valores estándares para la comunicación de alerta e inicio de evacuación a través de la re-definición del nivel de peligro (amarillo, naranja y rojo) y revisión del mismo	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorodas, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduoero, Útica, Pacho) Sobre tributario (Yacopí, Guaduas)	IDEAM	Implementación continua
f. Instalación de radares meteorológicos y difusión de los datos		IDEAM	Largo (dentro de 3 años)
g. Densificación de alertas de lluvias fuertes e inundación (aumento de frecuencia de emisión y resolución espacial)		IDEAM, UNGRD	Largo (dentro de 10 años)

### d. Aumento de estaciones automáticas y tiempo real de observación de niveles

#### Situación actual

Las estaciones automáticas de nivel de observación tiempo real en la cuenca de Río Negro son limitadas. Se planea instalar 1 o 2 estaciones de nivel de observación tiempo real por Fondo de Adaptación.

#### Retos

Aunque se realizan medición visual en varios lugares, solamente se realizan 2 o 3 veces al día, y los datos horarios del nivel necesarios para el pronóstico y alerta de inundación son limitados. Sí existen algunas estaciones automáticas de observación tiempo real; sin embargo, no son suficientes para la observación de la cuenca de Río Negro en su totalidad.

#### Implementación para el mejoramiento

Instalar estaciones de nivel de observación tiempo real sobre el río principal y los tributarios y acumular más datos de nivel.



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.2.8 Ejemplo de la estación de nivel automática

- e. Estudio de valores estándares para la comunicación de alerta e inicio de evacuación a través de la re-definición del nivel de peligro (amarillo, naranja y rojo) y revisión del mismo

#### Situación actual

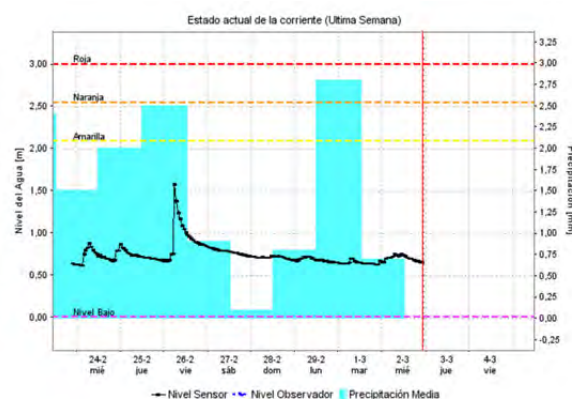
IDEAM está realizando el proceso de definición y revisión del nivel de peligro (amarillo, naranja y rojo) en varios puntos.

#### Retos

El nivel de peligro nuevo o revisado no está siendo utilizado de manera directa para las acciones de prevención de desastres como la difusión de alertas o inicio de evacuación. Por lo tanto, es necesario estudiar qué tipo de acciones de prevención de desastre se deben tomar en cada nivel de peligro.

#### Implementación para el mejoramiento

Al definir o revisar el nivel de peligro (amarillo, naranja y rojo), estudiar las acciones de prevención de desastres a tomar en cada nivel, teniendo en cuenta el tiempo de ventaja para la evacuación en cada municipio.



Fuente: Plataforma FEWS-Colombia

Figura 2.2.9 Ejemplo de nivel de peligro y datos de observación

- f. Instalación de radares meteorológicos y difusión de los datos

#### Situación actual

Se planea instalar 3 radares meteorológicos de banda C por parte de IDEAM, y se proyecta que dentro de 2-3 años los datos estarán disponibles para el público. Se adelanta el estudio de la posible instalación de un radar meteorológico de banda X.

#### Retos

Es necesario estudiar cómo utilizar los datos de observación como información de alerta y cómo difundirlos de manera amplia para el público a la hora de instalar los radares meteorológicos.

### Implementación para el mejoramiento

Estudiar de manera continuo el uso de los datos de observación de radares meteorológicos para que se puedan convertir en información utilizable para el pronóstico y alerta de inundación.

- g. Densificación de alertas de lluvias fuertes e inundación (aumento de frecuencia de emisión y resolución espacial)

### Situación actual

En la cuenca de Río Negro, actualmente no se utilizan alertas de gran lluvia o inundación que cuentan con la frecuencia o resolución espacial suficiente que permiten la evacuación. Por lo tanto, la metodología principal de la emisión de alerta de inundación y evacuación es a través de la confirmación del nivel realizada por funcionarios encargados en cada municipio.

### Retos

Se teme no poder garantizar suficiente tiempo de ventaja para la evacuación ya que la metodología principal es que la persona encargada en cada municipio tome medidas. Por lo tanto, es necesaria la información de alerta de inundación del nivel nacional.

### Implementación para el mejoramiento

Densificar las alertas de gran precipitación o inundación (mejorar la frecuencia y resolución espacial) basado en los datos y estándares obtenidos en las actividades de las secciones d, e, y f.

## (3) Difusión y comunicación

En la tabla a continuación se presenta el plan de difusión y comunicación.

Tabla 2.2.4 Plan de difusión y comunicación

Contenido	Municipios objetivos	Entidad responsable	Plazo
<b>h.</b> Intercambio de los resultados del análisis de intervalo de tiempo entre los municipios relevantes en el Comité de la Cuenca (ejemplo de realización en este proyecto, en municipio de Guaduas)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobia, Charco Largo, Pacho)	Gobernación, CAR, UNGRD	Corto (dentro de 3 años)
<b>i.</b> Firma de acuerdos de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo, estudio del contenido de la colaboración (existe un formato elaborado en este proyecto)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobia, Charco Largo, Pacho) Sobre tributario (Yacopi, Guaduas, Villeta)	Gobernación, CAR, UNGRD	Corto (dentro de 3 años)
<b>j.</b> Propuesta de instalación de dispositivos de comunicación inter-municipal (radio) y su administración	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Guaduro, Útica, Tobia, Charco Largo, Pacho) Sobre tributario (Yacopi, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Corto (dentro de 3 años)
<b>k.</b> Instalación y administración de equipos para la difusión de orden de evacuación (altavoces, campanas)	Sobre el río principal (Pto Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Útica, Tobia, Charco Largo, Pacho) Sobre tributario (Yacopi, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Corto (dentro de 3 años)
<b>l.</b> Replicación de SAT de Útica-Qda. Negra	Sobre tributario (Yacopi, Guaduas, Villeta)	Gobernación (UAGRD), UNGRD, Municipios	Largo (dentro de 10 años)

- h. Intercambio de los resultados del análisis de intervalo de tiempo entre los municipios relevantes en el Comité de la Cuenca (ejemplo de realización en este proyecto, en municipio de Guaduas)

### Situación actual

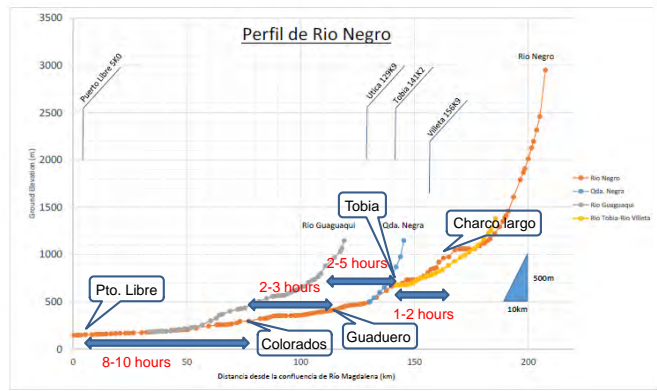
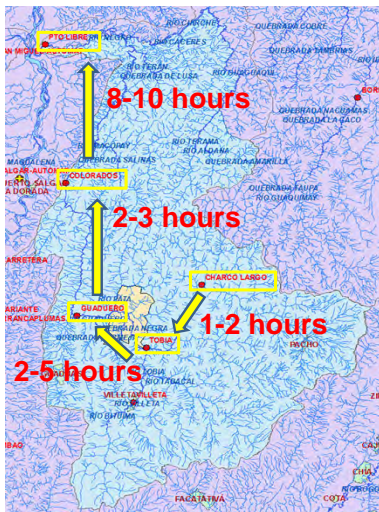
En el presente proyecto, se analizó el tiempo de intervalo de la propagación de inundación con el fin de mejorar pronóstico y alerta a través de la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo.

### Retos

Aunque los resultados del análisis de tiempo de intervalo se compartieron con la contraparte del presente proyecto y con algunos municipios, todavía no se han compartido con todos los municipios relevantes.

### Implementación para el mejoramiento

Compartir los resultados del análisis de tiempo de intervalo en un evento donde todos los municipios son invitados, como el Comité de cuenca. Utilizar como referencia el taller realizado el 17 de febrero de 2017 en el municipio de Guaduas con la presencia de 11 municipios, bajo el liderazgo de la Gobernación, donde se compartieron los resultados del análisis.



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.2.10 Resultado del cálculo del tiempo de propagación entre las estaciones del nivel en la cuenca de Río Negro

- i. Firma de acuerdos de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo, estudio del contenido de la colaboración (existe un formato elaborado en este proyecto)

### Situación actual

En algunos municipios aguas arriba y aguas abajo en la cuenca de Río Negro ya se colaboran en el pronóstico y alerta de inundación. La colaboración entre municipios se estipula en el artículo 29 del decreto 1523.

### Retos

No se colaboran entre todos los municipios necesariamente, y en los municipios que sí se colaboran no han firmado un documento de compromiso de colaboración.

### Implementación para el mejoramiento

Referirse a los resultados del análisis de la sección h arriba, seleccionar municipios aguas arriba y aguas abajo que deberían colaborar, y firmar un documento de compromiso de colaboración. Seleccionar varios factores desencadenantes del proceso de comunicación de alerta desde municipios aguas arriba hacia aguas abajo, y definir de antemano las acciones de prevención de desastre a tomar en los municipios aguas abajo. Idealmente organizar las listas de información de contacto de la persona encargada en cada municipio.

- j. Propuesta de instalación de dispositivos de comunicación inter-municipal (radio) y su administración

### Situación actual

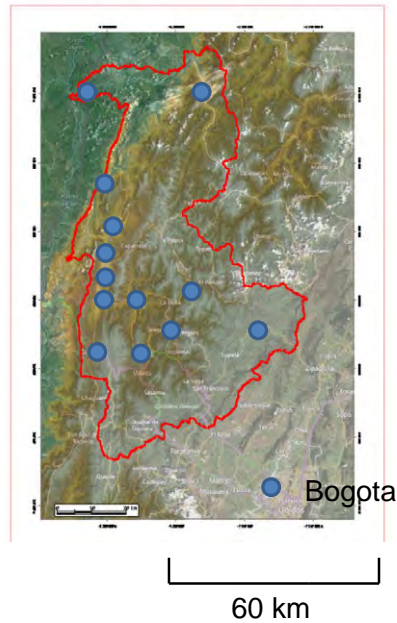
En algunos municipios en la cuenca de Río Negro se colaboran entre aguas arriba y aguas abajo para la alerta temprana. Según la entrevista realizada en el presente proyecto, hubo puntos donde la señal del teléfono celular se cortó y no se pudo comunicar en la inundación de 2011.

### Retos

La comunicación vía teléfono celular no es suficientemente rápida ya que no fue posible la comunicación con varios municipios aguas abajo a la vez.

### Implementación para el mejoramiento

Procurar una comunicación más rápida de la alerta con la introducción de radios en los municipios como medio de comunicación. Conseguir el mismo tipo de radios tanto para los municipios como para la Gobernación de Cundinamarca para construir el sistema de comunicación. Garantizar varias vías de comunicación utilizando la radio, no solamente por teléfono celular.



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.2.11 Imagen de los puntos de instalación de la radio en la cuenca de Río Negro

- k. Instalación y administración de equipos para la difusión de orden de evacuación (altavoces, campanas)

Situación actual

En la mayor parte de la cuenca de Río Negro, los equipos para la difusión de orden de evacuación no se han instalado.

Retos

En los municipios donde no se han instalado los altavoces o campanas para difundir la orden de evacuación, se difunde esta información de puerta en puerta, con la persona encargada del municipio, lo cual significa que la difusión de la alerta toma bastante tiempo.

Implementación para el mejoramiento

Confirmar el área residencial donde es necesario difundir la alerta en cada municipio, seleccionar equipos apropiado para este fin, y comprarlos.

Elaborar las guías bajo el liderazgo de la Gobernación (el Comité de gestión de riesgos de desastres) con el apoyo de UNGRD. Explorar las alternativas de financiación según lo necesario, aunque en principio el presupuesto debe provenir de los municipios (del Comité de gestión de riesgos de desastres)

- l. Replicación de SAT de Útica-Qda. Negra

### Situación actual

Entre Útica y Qda. Negra, se ha introducido un SAT con el apoyo de UNGRD.

### Retos

En otros tributarios que influyen bastante la magnitud de los daños de inundación, aparte de Útica-Qda. Negra, no existe un SAT.

### Implementación para el mejoramiento

Referirse al SAT de Útica-Qda. Negra e introducir el SAT en otros tributarios.

Elaborar guías bajo el liderazgo de la Gobernación (Comité de gestión de riesgos) con el apoyo de UNGRD. Explorar las alternativas de financiación según lo necesario, aunque en principio el presupuesto debe provenir de los municipios (del Comité de gestión de riesgos de desastres)

## (4) Capacidad de respuesta

En la tabla a continuación se presenta el plan de capacidad de respuesta.

Tabla 2.2.5 Plan de capacidad de propuesta

Contenido	Municipios objetivos	Entidad responsable	Plazo
m. Educación para los residentes (sobre mapas de amenaza de inundación, sistema de comunicación aguas arriba-aguas abajo)	Sobre el río principal (Pto. Libre, Colorados, Cambrás, Córdoba, El Dindal, Útica, Tobía, Charco Largo, Pacho) Sobre tributario (Yacopi, Guaduas, Villeta)	Municipios	Implementación continua
n. Apoyo para el simulacro de evacuación y implementación de entrenamiento de la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo		Gobernación, UNGRD, Municipios	Implementación continua
o. Apoyo para la administración y mantenimiento de la ruta de evacuación y albergues		Municipios	Implementación continua

- m. Educación para los residentes (sobre mapas de reducción de riesgo de desastre de inundación, sistema de comunicación aguas arriba-aguas abajo)

### Situación actual

En cuanto a las actividades de la sección b e i, mapa de amenaza y sistema de comunicación aguas arriba y aguas abajo no se han elaborado.

### Retos

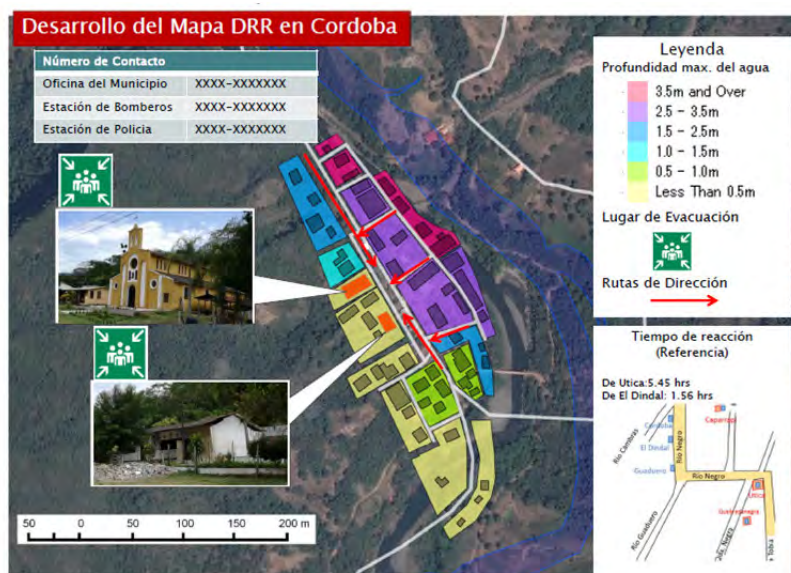
A nivel de municipios, es necesario educar no solamente a las personas encargadas de la respuesta a desastres sino también a los residentes.

### Implementación para el mejoramiento

Realizar talleres de orientación para los residentes y compartir conocimiento con el fin de educar no solamente a las personas encargadas de la respuesta a desastres sino también a los residentes sobre las actividades estipuladas en la sección b e i.



Basado en el mapa de reducción de riesgo de desastre de inundación elaborado en el presente proyecto en la figura a continuación, confirmar en cada municipio el área de inundación, la profundidad, el albergue, la ruta de evacuación, el contacto personas encargadas, y el tiempo de propagación de inundación desde aguas arriba hacia aguas abajo para crear mapa de reducción de riesgo de desastres de inundación.



Fuente: Equipo de proyecto de JICA

Figura 2.2.12 Ejemplo del mapa de reducción de riesgo de desastres de inundación

- n. Apoyo para el simulacro de evacuación y implementación de entrenamiento de la colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo

### Situación actual

Hay municipios donde a nivel municipal realizan simulacros de evacuación varias veces al año.

Aunque se procura colaborar entre municipios aguas arriba y aguas abajo en el evento de desastres, normalmente no se realizan simulacros de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo.

### Retos

Hay diferencia en los esfuerzos municipales para los simulacros dependiendo del presupuesto y la política.

Es necesario entender el tiempo requerido para la difusión de alerta por medio de la realización de simulacros de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo.

### Implementación para el mejoramiento

Procurar la realización continua de simulacros municipales a través de los talleres relacionados con el comando de incidentes de la Gobernación y los simulacros nacionales existentes realizados por

UNGRD.

Realizar los simulacros de colaboración entre municipios aguas arriba y aguas abajo bajo el liderazgo de la Gobernación.

- o. Apoyo para la administración y mantenimiento de la ruta de evacuación y albergues

#### Situación actual

En cuanto a los albergues, generalmente son colegios o iglesias que son estructuras de uso habitual, y es fácil de realizar administración y mantenimiento.

#### Retos

No se ha elaborado un sistema de mantenimiento habitual de la ruta de evacuación y los albergues para que se puedan utilizar en los eventos de desastre.

#### Implementación para el mejoramiento

Realizar mantenimiento periódico de la ruta de evacuación y los albergues para que estos se puedan utilizar sin inconvenientes en los eventos de desastre.

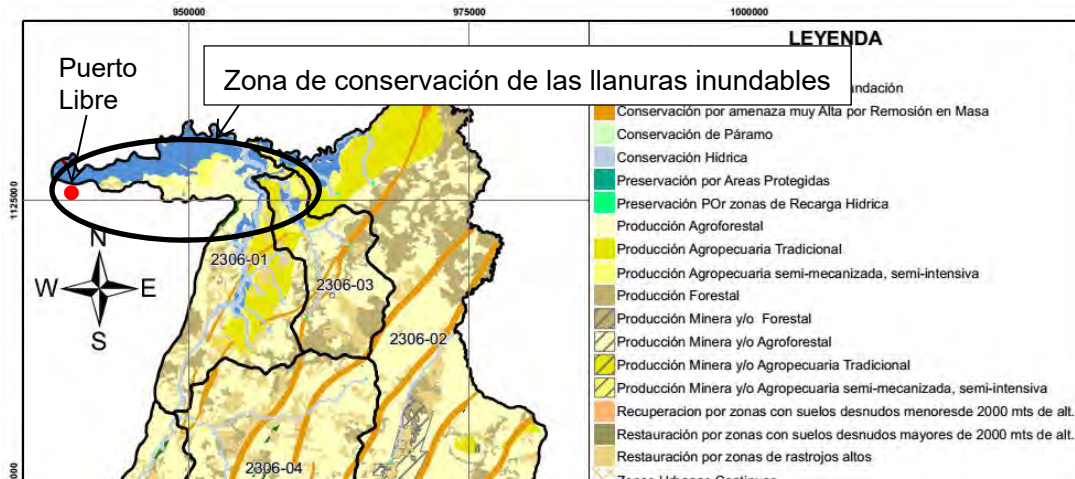
## 2.3 Regulación del uso de suelo incluyendo el manejo de llanuras inundables

### (1) Significado de la conservación de llanuras inundables

La condición del uso de suelo en la cuenca influye fuertemente a la escorrentía de inundación. Por ejemplo, el tiempo desde la precipitación hasta la escorrentía es más corta y el caudal pico es mayor en áreas urbanas pavimentadas o tierras desnudas que en los bosques o pastos, en muchos casos. El uso de suelo también influye bastante en la generación de desastres de sedimentos y el volumen de producción de sedimentos.

En la cuenca de Río Negro se encuentran llanuras inundables en áreas desde la confluencia de Río Negro y el Río Guaguaquí hasta la confluencia de Río Negro con el Río Magdalena. Estas llanuras inundables tienen función de retener y almacenar el caudal de inundación como embalse de retención natural, reduciendo el caudal en Puerto Libre, ubicado cerca de la confluencia de Río Negro con Río Magdalena. A su vez, se piensa que esto regula el caudal que llega al Río Magdalena. Para controlar daños futuros de inundación en Puerto Libre a futuro, se deben regular el desarrollo de estas llanuras inundables. En la zonificación ambiental del POMCA también esta área está clasificada como zona de conservación por ser zonas con amenaza de inundación, como se observa en la figura a continuación.

Es necesario conservar de manera apropiada las llanuras inundables como estas o bosques con regulación del uso de suelo en la cuenca, desde el punto de vista de control de desastres de inundación y sedimentos.



Fuente: Mapa de zonificación ambiental de POMCA con adición por parte del Equipo de Proyecto de JICA

Figure 2.3.1 Zona de conservación de las llanuras inundables



Figure 2.3.2 Río Negro cerca de Puerto Libre

(2) Efectos de la conservación de las llanuras inundables

Según los resultados del análisis de inundación de Río Negro realizado por CAR, los datos de las llanuras inundables son los siguientes.

Tabla 2.3.1 Impactos de la retención de las llanuras inundables

Ubicación	Longitud	Área	Volumen de almacenamiento
Aguas arriba Puerto Libre	10km	10km <sup>2</sup>	20km <sup>3</sup>

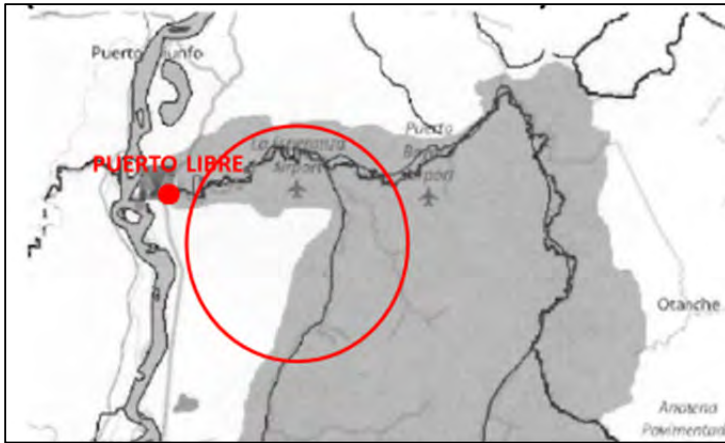


Figure 2.3.3 Ubicación de las llanuras inundables aguas arriba de Puerto Libre

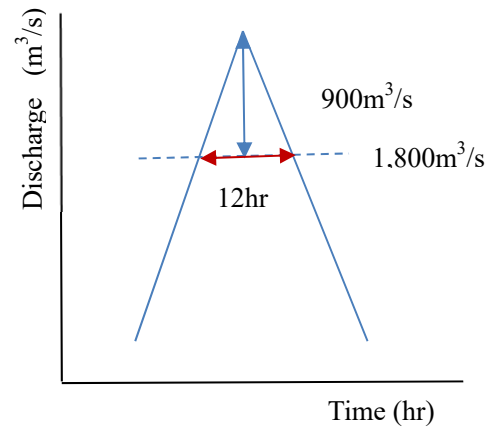


Figure 2.3.4 Imagen del Impacto de la retención de inundación

Se proyecta el impacto de la retención de inundación en las llanuras inundables basado en los resultados del cálculo arriba descrito

El cálculo a continuación es hipotético ya que no existe un hidrograma de inundación de Río Negro.

Estas llanuras inundables almacenan aproximadamente 1/3 del caudal pico de la inundación con periodo de retorno de 1/100. Suponiendo que tiene efecto de normalización de la inundación,

- Caudal pico de inundación que ingresa a Puerto Libre : 2.700 m<sup>3</sup>/s aprox.
- Caudal pico real de inundación en Puerto Libre : 1.800 m<sup>3</sup>/s aprox. (Valor proyectado de la inundación con periodo de retorno 1/100)
- Caudal máximo reducido por las llanuras inundables : 900 m<sup>3</sup>/s
- Volumen de inundación almacenada : 20.000.000m<sup>3</sup>
- Tiempo de inundación reducido : Aprox.12hr

Como se observa en los ejemplos del plan de río para el Río Magdalena, en los ríos sin diques donde el río se expande horizontalmente, las llanuras inundables tienen bastante impacto para reducir los daños de inundación.

Concretamente, la retención de inundación en las llanuras inundables aguas debajo de Río Negro reduce el caudal pico de inundación y los daños de inundación aguas abajo en Puerto Libre. Adicionalmente, tiene efecto de normalizar la escorrentía hacia el Río Magdalena, reduciendo la carga del caudal en el Río Magdalena.

Por lo tanto, el tema de conservación de llanuras inundables para la reducción de daños de inundación es importante en Río Negro también, y se espera la administración de llanuras inundables a través de la regulación e instrucción de uso de suelo.

## 2.4 Desarrollo y mejoramiento del sistema de respuesta a emergencias durante la inundación

### (1) Apoyo a los municipios de parte de los Departamentos y UNGRD en la respuesta a las inundaciones

Está estipulado en la Ley N° 1523 de 2012 "Ley de establecimiento del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres" que el estudio de las situaciones de daños por inundación y la respuesta de emergencia como el rescate de víctimas, etc., son responsabilidad de los municipios. Sin embargo, actualmente, debido a la poca capacidad de los municipios para responder al desastre de inundaciones, los Departamentos y UNGRD apoyan a los municipios, proporcionando recursos humanos y equipos durante las inundaciones de acuerdo con la magnitud de las inundaciones. Los municipios cuentan con una guía para la respuesta de emergencia al desastre y solicitan apoyo al Departamento según esta guía. Los líderes de los municipios transmiten su voluntad de solicitar apoyo a la "División de Gestión de Riesgos" del Departamento. En caso de que el Departamento solicite apoyo a UNGRD, existen dos maneras de comunicarse. Una es desde la "División de Gestión de Riesgos" del Departamento hasta la "Sala de Crisis" de UNGRD y otra es desde el gobernador del Departamento hasta el Director General de UNGRD. Como se mencionó anteriormente, la manera de solicitar apoyo ya está establecida basado en las experiencias pasadas, hasta un cierto grado. Sin embargo, es necesario mejorar las maneras en que se solicita el apoyo de los municipios al Departamento o UNGRD para una respuesta más fluida y eficiente en el desastre de inundaciones, así como para formular las directrices de actividades.

### (2) Las actividades para ayudar a los municipios reconocer sus responsabilidades y roles en la gestión del riesgo de inundaciones

En los talleres de este proyecto, se ha llegado al consenso de que los municipios tienen la responsabilidad de entender las situaciones de daños por inundación y mejorar de las actividades de respuesta a las inundaciones. Sin embargo, representantes de los municipios no fueron invitados a estos talleres, y es necesario ayudar a los municipios reconocer estas responsabilidades y funciones con el fin de mejorar las capacidades de respuesta a las inundaciones de los municipios. En particular, es necesario describir las responsabilidades y roles de los municipios en los documentos como IFMP-SZ, etc., o crear conciencia entre los municipios a través de las capacitaciones de respuesta ante desastres que se realizarán con UNGRD, CAR, Departamentos y municipios siete veces anualmente.

### (3) Adquisición del equipo durante el período de respuesta a las inundaciones

Durante la respuesta a emergencia justo después de la inundación, se requieren las obras con equipos. En el Departamento de Cundinamarca, el ICCU (Instituto de Infraestructura y Concesiones Cundinamarca), que es una entidad de sector público, pertenece al Departamento y administran los equipos que se requieren durante el período de inundación. A través de las experiencias pasadas de inundaciones, se ha establecido una manera de adquirir equipos; sin

embargo, para una administración más fluida y efectiva del equipo, es necesario mejorar la preparación previa al evento de inundación, como conservar los equipos en el sitio más cercano al área de alto riesgo y preparar la ruta más corta al sitio que sufrió un desastre.

### 3. Evaluación integral

Dentro de las medidas discutidas en el capítulo anterior, las medidas estructurales se evaluarán con 3 criterios en cada área objetivo para la evaluación integral.

Como las medidas estructurales en este IFMP-SZ son versiones provisionales creadas con un estudio de información limitada, tenga en cuenta que la evaluación también será provisional.

- Factibilidad según restricciones naturales y sociales
- Beneficios sociales de la estructura
- Eficiencia Económica

#### (1) Factibilidad según restricciones naturales y sociales

##### 1) Córdoba

La medida estructural planeada es un muro de contención. Las siguientes son las limitaciones naturales y sociales que se pueden generar por la construcción y el funcionamiento de la infraestructura y el grado de su impacto.

Posible impacto		Grado de impacto		Comentarios (Justificación)
Tipo	Limitaciones	Construcción	Funcionamiento	
Socio-ambiental	Reubicación de residentes	Mínimo	Casi ninguno	Aunque existe la posibilidad de que se necesite una reubicación temporal en el momento de la construcción, no se proyecta la reubicación permanente en este proyecto.
	Economía local	Algo de impacto	Casi ninguno	Se espera que el trabajo de construcción cree oportunidades de empleo a corto plazo.
	Uso de suelo y recurso	Casi ninguno	Algo de impacto	En general, se pueden esperar efectos beneficiosos, como valorización de la tierra en áreas de protección.
	Infraestructura y servicios existentes	Casi ninguno	Casi ninguno	La estructura se construirá en terrenos públicos a lo largo de los ríos, y no tendrá un impacto negativo significativo en la infraestructura y los servicios existentes.
	Utilización de agua, derecho de agua, derechos de uso de residentes locales, etc.	Casi ninguno	Casi ninguno	El acceso al río por parte de los residentes locales puede verse obstaculizado por la construcción de la estructura. Sin embargo, el impacto se considera mínimo si se lleva a cabo el mantenimiento de pasillos y escaleras.
Natural-Ambiental	Caudal del río, régimen de flujo, temperatura del agua	Casi ninguno	Casi ninguno	No se considera que existe ningún impacto sobre el caudal del río, régimen del flujo y la temperatura del agua debido a la instalación de las estructuras.

	Flora, fauna, biodiversidad	Mínimo	Mínimo	El sitio de instalación de la estructura es pequeño, y el acceso al río de pequeños animales puede verse obstaculizado por la construcción de la estructura. Sin embargo, no hay un impacto negativo significativo en flora, fauna y biodiversidad
	Paisaje	Mínimo	Mínimo	El sitio de instalación de la estructura es pequeño y No se considera que existe un impacto negativo significativo en el paisaje.
Contaminación	Calidad del aire / agua / contaminación del suelo, ruido / vibración	Mínimo	Casi ninguno	Se proyectan ruidos temporales y vibraciones e impactos temporales en la calidad del aire y del agua durante el trabajo de construcción.

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

Como se describe en la tabla anterior, el impacto es bajo o puede minimizarse mediante la implementación de medidas, y la factibilidad se califica como suficientemente alta de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales.

## 2) El Dindal

La medida estructural planeada es la protección de los bancos. Las siguientes son las limitaciones naturales y sociales que se pueden generar por la construcción y el funcionamiento de la infraestructura y el grado de su impacto.

Posible impacto		Grado de impacto		Comentarios (Justificaciones)
Tipo	Limitaciones	Construcción	Funcionamiento	
Socio-ambiental	Reubicación de residentes	Mínimo	Mínimo	Se proyecta que varias reubicaciones a lo largo de las riberas de los ríos serán necesarias.
	Economía local	Algo de impacto	Casi ninguno	Se espera que el trabajo de construcción cree oportunidades de empleo a corto plazo.
	Uso de suelo y recurso	Casi ninguno	Algo de impacto	En general, se pueden esperar efectos beneficiosos, como valorización de la tierra en áreas de protección.
	Infraestructura y servicios existentes	Casi ninguno	Casi ninguno	No se considera que existe infraestructura importante en el sitio donde se construirá esta estructura, y no se causará un impacto negativo serio en la infraestructura y los servicios existentes.
	Utilización de agua, derecho de agua, derechos de uso de residentes locales, etc.	Casi ninguno	Casi ninguno	El acceso al río por parte de los residentes locales puede verse obstaculizado por la construcción de la estructura. Sin embargo, el impacto se considera mínimo si se lleva a cabo el mantenimiento de pasillos y escaleras.
Natural-Ambiental	Caudal del río, régimen de flujo, temperatura del agua	Casi ninguno	Casi ninguno	No se considera que existe ningún impacto sobre el caudal del río, régimen del flujo y la temperatura del agua debido a la instalación de las estructuras.
	Flora, fauna, biodiversidad	Casi ninguno	Casi ninguno	El sitio de instalación de la estructura es pequeño, y no hay un impacto negativo significativo en flora, fauna y biodiversidad
	Paisaje	Mínimo	Mínimo	El sitio de instalación de la estructura es pequeño y No se considera que existe un impacto negativo significativo en el paisaje.



Contaminación	Calidad del aire / agua / contaminación del suelo, ruido / vibración	Mínimo	Casi ninguno	Se proyectan ruidos temporales y vibraciones e impactos temporales en la calidad del aire y del agua durante el trabajo de construcción.
---------------	--	--------	--------------	--

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

Como se describe en la tabla anterior, el impacto es bajo o puede minimizarse mediante la implementación de medidas, y la factibilidad se califica como suficientemente alta de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales.

### 3) Útica

La medida estructural planeada es la presa sabo pequeña. Las siguientes son las limitaciones naturales y sociales que se pueden generar por la construcción y el funcionamiento de la infraestructura y el grado de su impacto.

Posible impacto		Grado de impacto		Comentarios (Justificaciones)
Tipo	Limitaciones	Construcción	Funcionamiento	
Socio-ambiental	Reubicación de residentes	Casi ninguno	Casi ninguno	Permanent relocation is not expected to occur in this project.
	Economía local	Algo de impacto	Casi ninguno	Se espera que el trabajo de construcción cree oportunidades de empleo a corto plazo.
	Uso de suelo y recurso	Casi ninguno	Algo de impacto	En general, se pueden esperar efectos beneficiosos, como valorización de la tierra en áreas de protección.
	Infraestructura y servicios existentes	Casi ninguno	Casi ninguno	La estructura se construirá en terrenos públicos a lo largo de los ríos, y no tendrá un impacto negativo significativo en la infraestructura y los servicios existentes.
	Utilización de agua, derecho de agua, derechos de uso de residentes locales, etc.	Casi ninguno	Casi ninguno	El impacto de la estructura se considera casi nulo o mínimo, incluso si ocurre en el proceso.
Natural-Ambiental	Caudal del río, regimen de flujo, temperatura del agua	Casi ninguno	Casi ninguno	No se considera que existe ningún impacto sobre el caudal del río, regimen del flujo y la temperatura del agua debido a la instalación de las estructuras.
	Flora, fauna, biodiversidad	Mínimo	Mínimo	El sitio de instalación de la estructura es pequeño, y no hay un impacto negativo significativo en flora, fauna y biodiversidad
	Paisaje	Mínimo	Mínimo	El sitio de instalación de la estructura es pequeño y No se considera que existe un impacto negativo significativo en el paisaje.
Contaminación	Calidad del aire / agua / contaminación del suelo, ruido / vibración	Mínimo	Casi ninguno	Se proyectan ruidos temporales y vibraciones e impactos temporales en la calidad del aire y del agua durante el trabajo de construcción.

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

Como se describe en la tabla anterior, el impacto es bajo o puede minimizarse mediante la implementación de medidas, y la factibilidad se califica como suficientemente alta de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales.

## (2) Evaluación de los beneficios sociales de la estructura

### 1) Córdoba

La construcción de esta estructura puede eliminar los daños de inundación hasta 50 años de periodo de retorno y reduce daños de inundación causados por inundación excesiva, comparado con la condición sin esta estructura. La prevención y la reducción de daños por inundación pueden estabilizar las vidas de los residentes locales. Sin embargo, esta área es un área donde el acceso desde la carretera principal es difícil, e incluso el plan de desarrollo municipal no incluye el desarrollo futuro de esta área. Por lo tanto, es difícil pensar que la efectividad aumentará de manera significativa en el futuro.

### 2) El Dindal

La construcción de esta estructura puede controlar la erosión del río en la zona a lo largo del río. La estructura puede prevenir los daños a las viviendas causados por la pérdida por erosión de área urbana a lo largo de los bancos del río. También puede estabilizar las vidas de los residentes locales. Además el área se encuentra cerca de la carretera, y el plan municipal de desarrollo incluye desarrollos futuros en el área como mejora de acueductos. Por lo tanto, se espera que la efectividad de la estructura aumente en el futuro.

### 3) Útica

La construcción de esta estructura puede reducir considerablemente el impacto de los desastres relacionados con los sedimentos en el municipio de Útica, aguas abajo de Quebrada Negra. También puede estabilizar las vidas de los residentes dentro de las áreas del municipio de Útica, donde existe la posibilidad de un desastre relacionado con los sedimentos. El área es el centro de la ciudad de Útica (área urbana), donde la población solo ha aumentado ligeramente. Por lo tanto, es difícil pensar que la efectividad aumentará de manera significativa en el futuro.

## (3) Evaluación de la eficiencia económica

### 1) Córdoba

La eficiencia económica de las medidas se evalúa por el costo - beneficio (B - C) y el costo - beneficio (B / C). La eficiencia se expresa por el beneficio del proyecto, que se requiere en la comparación de los beneficios económicos entre las condiciones "con proyecto (medidas estructurales) "y" sin proyecto ". El beneficio del proyecto se calcula basado en el beneficio de la mitigación del daño que este proyecto genera. En este proyecto, el beneficio de mitigar daños de inundación se evaluó, evaluando sólo el beneficio de la mitigación de daños de inundación a las viviendas que este proyecto genera. El costo es la suma del costo del proyecto calculado en el plan de medidas estructurales arriba descrito, y el costo de mantenimiento se calculó de manera hipotética utilizando las siguientes suposiciones. Además, las condiciones establecidas para el cálculo se muestran a continuación

- Período de evaluación del proyecto: 50 años después de la finalización
- Año base: 2018
- Tasa de descuento: 10%
- El costo del proyecto se calcula con base en ejemplos de cálculo en Japón o de construcciones pasadas en Colombia, y se supone que el período necesario para la finalización del proyecto es de un año y que no hay beneficios durante la obra.
- Los gastos de mantenimiento y administración serán de 1% del costo de construcción, y se incurren durante el período de servicio
- Los beneficios se calculan a partir de la tasa esperada de reducción de daños a las casas mediante la instalación de estructuras, y se generan durante el período de servicio
- Ya que la escala de diseño es de 50 años, el valor monetario de los daños reducidos es la totalidad del valor de los daños proyectados en una inundación con periodo de retorno menor a 50 años. Se espera que la medida reduzca el valor monetario de los daños proyectados en una inundación con periodo de retorno de 50 años en caso de las inundaciones con periodo de retorno mayor a 50 años.
- No se asume que los beneficios aumentan

El costo-beneficio calculado (BC) y el costo-beneficio (B / C) son los siguientes.

- Beneficio-Costo (B - C): 12 millón de pesos
- Costo-beneficio (B / C): 1,13

De lo anterior, se puede concluir que este proyecto tiene una baja eficiencia económica

## 2) El Dindal

La eficiencia económica de las medidas se evalúa por costo beneficio (B - C) y costo - beneficio (B / C). El método de cálculo de cada valor y las suposiciones para el cálculo son los mismos que para Córdoba, salvo el periodo necesario para la finalización del proyecto, que son dos años.

El costo-beneficio calculado (BC) y el costo-beneficio (B / C) son los siguientes.

- Beneficio-Costo (B - C): 1 millón de pesos
- Costo-beneficio (B / C): 1,04

De lo anterior, se puede concluir que este proyecto tiene una baja eficiencia económica.

## 3) Útica

La eficiencia económica de las medidas se evalúa por el costo - beneficio (B - C) y el costo - beneficio (B / C). La eficiencia se expresa por el beneficio del proyecto, que se requiere en la comparación de los beneficios económicos entre las condiciones "con proyecto (medidas estructurales) "y" sin proyecto ". El beneficio del proyecto se calcula basado en el beneficio de la mitigación del daño de desastres de sedimento que este proyecto genera. En este proyecto, el beneficio de mitigar daños de desastres de sedimento se evaluó, evaluando sólo el beneficio de la

mitigación de daños de desastres de sedimento a las viviendas que este proyecto genera. El costo es la suma del costo del proyecto calculado en el plan de medidas estructurales arriba descrito, y el costo de mantenimiento se calculó de manera hipotética utilizando las siguientes suposiciones. Además, las condiciones establecidas para el cálculo se muestran a continuación

- Período de evaluación del proyecto: 50 años después de la finalización
- Año base: 2018
- Tasa de descuento: 10%
- El costo del proyecto se calcula en base a ejemplos de cálculo en Japón o de construcciones pasadas en Colombia, y se supone que el período necesario para la finalización del proyecto (construcción de 4 presas sabo) es de cinco años y que al finalizar la construcción de una presa sabo el proyecto genera  $\frac{1}{4}$  de beneficios.
- Los gastos de mantenimiento y administración serán de 1% del costo de construcción, y se incurren durante el período de servicio
- Los beneficios se calculan a partir de la tasa esperada de reducción de daños a las casas mediante la instalación de estructuras, y se generan durante el período de servicio
- Ya que la escala de diseño es de 10 años, el valor monetario de los daños reducidos es la totalidad del valor de los daños proyectados en un desastres de sedimento con periodo de retorno menor a 10 años. Se espera que la medida reduzca el valor monetario de los daños proyectados en un desastres de sedimento con periodo de retorno de 10 años en caso de los un desastres de sedimento con periodo de retorno mayor a 10 años.
- No se asume que los beneficios aumentan

El costo-beneficio calculado (BC) y el costo-beneficio (B / C) son los siguientes.

- Beneficio-Costo (B - C): 12.150 millones de pesos
- Costo-beneficio (B / C): 1,95

De lo anterior, se puede concluir que este proyecto tiene relativamente buena eficiencia económica.

#### (4) Evaluación integral

##### 1) Córdoba

En cuanto a la viabilidad de esta medida de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales, el impacto de la medida se considera menor. Por lo tanto, la evaluación concluye que no hay problema. Si bien el beneficio social es obvio, puede afirmarse que la eficiencia económica es baja. Desde un punto de vista integral, al comparar y evaluar tres áreas objetivo, el beneficio de implementar medidas no es alto.

##### 2) El Dindal

En cuanto a la viabilidad de esta medida de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales, el impacto de la medida se considera menor. Por lo tanto, la evaluación concluye que no hay problema.

Si bien el beneficio social es obvio, puede afirmarse que la eficiencia económica es baja. Desde un punto de vista integral, al comparar y evaluar tres áreas objetivo, el beneficio de implementar medidas no es alto.

### 3) Ética

En cuanto a la viabilidad de esta medida de acuerdo con las limitaciones naturales y sociales, el impacto de la medida se considera menor. Por lo tanto, la evaluación concluye que no hay problema. Además del beneficio social obvio, existe un cierto grado de eficiencia económica. Desde un punto de vista integral, cuando se comparan y evalúan tres áreas objetivo, el beneficio de implementar medidas es alto.

## 4. Plan de monitoreo

Como un IFMP-SZ se ocupa de los fenómenos naturales, existen límites a las condiciones que se pueden captar en la etapa de planificación. Además, en el estado actual de la recolección y organización de datos en la cuenca Rionegro, la información necesaria no está suficientemente preparada para la planificación. Por lo tanto, el monitoreo continuo después de la implementación del proyecto es esencial para proporcionar retroalimentación para el futuro IFMP-SZ.

El monitoreo se puede dividir ampliamente en monitoreo periódico normal y monitoreo después de la inundación (incluye cuando se registra caudal grande sin causar inundación). Los elementos a monitorear, sus métodos y objetivos se muestran en la tabla a continuación.

Ítem de monitoreo	Objetivo	Método	Frecuencia
< Monitoreo periódico >			
Observación, recolección y organización de datos de precipitación y nivel de agua	Comprender las características de escorrentía y mejorar la precisión del modelo de predicción	Continuamente observar la precipitación y el nivel del agua. Aumentar la frecuencia y precisión de la observación de datos, como datos por hora y datos de 10 minutos además de los datos diarios. Aumentar las estaciones. Implementar estas iniciativas en paralelo.	Continuo
Observación de caudal	Comprender las características de escorrentía, actualizar la curva HQ y mejorar la precisión del modelo de predicción	Periódicamente realizar la observación de la velocidad de flujo. Aumentar la frecuencia / precisión de la observación. Aumentar las estaciones. Idealmente, estos esfuerzos deben hacerse en paralelo.	Más de una vez cada varios meses
Estudio de cambios en el lecho del río	Evaluar la estabilidad de los cauces después de la implementación del proyecto y confirmar la seguridad de	Realizar patrullas de río regularmente, compararlas con el año anterior fotografiándolas, etc. y	Patrulla del río alrededor de una vez al año

Ítem de monitoreo	Objetivo	Método	Frecuencia
	las estructuras en el río	estudiar los cambios en el lecho del río. Investigar el grado de erosión localizada alrededor de la estructura y verificar si se garantiza la seguridad. Idealmente, realizar levantamientos transversales longitudinales de tramos importantes como el punto de confluencia del brazo principal para comparar el antes y el después y para evaluar la tendencia a largo plazo de los cambios del lecho del río y la capacidad de flujo.	Levantamiento de sección transversal una vez cada 2-3 años
Estudio de el uso de río y el ecosistema	Establecimiento y revisión de políticas sobre el uso del río y la conservación del medio ambiente natural	Con respecto al uso del río, continuar las entrevistas con los residentes y los estudios de los ecosistemas, teniendo en cuenta el momento óptimo y las especies objetivo.	Entrevista con los residentes una vez cada 2-3 años Estudio de los ecosistemas aproximadamente una vez al año
Estudio de la situación de la conservación de llanuras inundables	Proteger adecuadamente las llanuras de inundación importantes con un efecto de retención de agua, como la reducción de la velocidad máxima de flujo. Tienen potencial para una significativa reducción de daños por inundación aguas abajo	Periódicamente patrullar las llanuras de inundación e inspeccionar si el uso inapropiado está presente o no, y si los gobiernos locales lo regulan adecuadamente o no.	Alrededor de una vez al año
<Monitoreo durante y después de la inundación (caudal grande)>			
Observación, recolección y organización de datos de precipitación y nivel de agua	Comprender las características de escorrentía durante la inundación y mejorar la precisión del modelo de predicción	Medir el nivel del agua y los datos de caudal durante la inundación. Estudiar las marcas de inundación después de la inundación.	Durante y después de caudal grande
Observación de caudal	Confirmar el grado de cambios en el lecho del río debido a inundaciones y confirmar la seguridad de las estructuras del río después de la inundación	Examinar los cambios en el lecho del río después de una inundación, daños a la estructura del río, seguridad de la estructura que puede verse afectada por la erosión, etc. Confirmar la magnitud de los cambios en el lecho del río debido a la inundación y la necesidad de renovación de la estructura.	Después de caudal grande
Estudio de cambios en el lecho del río	Confirmar el impacto de el uso del río y el impacto de la inundación en el ecosistema	Estudiar el impacto de la inundación en la estructura para el uso del río y en el ecosistema.	Después de caudal grande

Ítem de monitoreo	Objetivo	Método	Frecuencia
Estudio de la situación de la conservación de llanuras inundables	Confirmar el efecto de retención de agua de la llanura de inundación	Estudiar las condiciones de inundación (área de inundación, profundidad de inundación, duración, etc.) de la llanura de inundación durante la inundación a través de marcas de inundación y entrevista con los residentes.	Después de caudal grande

Fuente: Equipo de Proyecto de JICA

Dado que es difícil implementar estas acciones de monitoreo solo con la entidad responsable de ellas (CAR), es necesario cooperar con los gobiernos locales, así como con las comunidades y residentes ribereños.



## 5. Cronograma de implementación

El cronograma de implementación para las medidas estructurales, las medidas no estructurales y el monitoreo descritos en el capítulo anterior se muestran en la tabla a continuación..

Ítem	Período de implementación (año)																			
	2019-2023					2024-2028					2029-2033					2033-2037				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
< Medidas estructurales >																				
Córdoba																				
Muro de contención																				
Estudio/diseño	■																			
Implementación		■																		
Mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
El Dindal																				
Protección del banco																				
Estudio/diseño	■																			
Implementación		■																		
Mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Utica																				
Presa sabo																				
Estudio/diseño	■																			
Implementación		■																		
Mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
< Medidas no estructurales >																				
Mapas DRR																				
Elaboración/distribución	■	■																		
Actualización/distribución					■				■					■						■
Sistema de pronóstico/alerta																				
Corto plazo	■	■	■																	
Largo plazo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Continuo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uso de tierra																				
Regulación · Administración de llanuras inundables																				
Crear/revisar el sistema	■	■	■					■					■				■			■
Administración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desarrollo/mejoramiento del sistema de respuesta de emergencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
< Monitoreo >																				
Monitoreo periódico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoreo durante y después de la inundación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## D. Repartición de responsabilidades para la planeación de IFMP-SZ

### 1. Situación actual y problemas

- (1) Organización del sistema de gestión del riesgo de inundaciones en las entidades públicas relacionadas con el río

En cuanto a la administración de ríos y control de inundaciones en Colombia, las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR se encargan de las actividades de cuencas pequeñas. Sin embargo, no está clara la repartición de responsabilidades entre el gobierno central (UNGRD, IDEAM) y el gobierno regional (CAR, Departamentos, Municipios) en cuanto a las actividades concretas y los contenidos de los planes. Es necesario mejorar esta situación ya que tampoco existen leyes integrales sobre la repartición de responsabilidades.

Existe POMCA, formulado por la CAR de acuerdo a las guías preparadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como un plan existente donde posiblemente se puede incluir ítems relacionados con la gestión del riesgo de inundación. Sin embargo, ya que el POMCA trata el riesgo de varios tipos de desastres e incluye bastantes temas relacionados con la cuenca como recurso hídrico y medio ambiente, es necesario desarrollar contenidos concretos relacionados con la gestión del riesgo de inundación en POMCA. Además, es necesario aclarar la repartición de responsabilidades para la coordinación con Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (PNGRD) que ocupa la posición del plan superior en el componente de la gestión del riesgo y el ajuste de los ítems que deben ser reflejados en IFMP-SZ que ocupa la posición del IFMP-SZ adscrito.

- (2) Estudio de plan de actividades de la gestión del riesgo de inundación ajustado a las leyes existentes

Después de las inundaciones ocurridas en 2010-2011, se crearon leyes relacionadas al control de inundaciones en Colombia.

- Decreto 4147 de 2011 sobre "Creación y Naturaleza Jurídica de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres"
- Ley 1523 de 2012 por la cual "se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones"
- Decreto 1640 de 2012 por el medio del cual "se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos": este decreto ahora se encuentra contenido en el decreto 1076 de 2015
- Resolución 1907 del Ministerio de Ambiente, diciembre de 2013 "Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA)"
- Decreto 1807 de septiembre de 2014 por el cual se reglamenta "lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial"

## 2. Discusiones en los talleres

### 2.1 Talleres 2015-2016

Se realizaron talleres con respecto a la repartición de responsabilidades entre el gobierno central y el gobierno regional entre 2015 y 2016 como se presenta a continuación. En estos talleres, se presenta la información recolectada y catalogada en este estudio (las entidades, leyes y la situación actual de repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación) y se realizó la discusión con el fin de hacer una propuesta sobre la ordenación del sistema de implementación de la gestión del riesgo de inundación.

Tabla 2.1.1 Talleres relacionados sobre repartición de responsabilidades entre el gobierno central y gobierno regional para la gestión del riesgo de inundación

Fecha	Contenido
2015/10/23	Entidades relacionadas con el Plan de ordenación de río en Japón y la cuenca de Río Magdalena
2015/11/03	Proceso de formulación del plan de río para la cuenca de Río Magdalena y Río Negro, repartición de responsabilidades entre entidades relevantes
2015/11/10	Repartición de responsabilidades entre entidades relevantes
2016/02/16	Discusión sobre la repartición de responsabilidades entre entidades relevantes (Cuenca de Río Magdalena)
2016/03/02	Discusión sobre la repartición de responsabilidades entre entidades relevantes (Cuenca de Río Magdalena y Río Negro)
2016/10/05	Discusión sobre la participación de CORMAGDALENA y CIRMAG en el presente proyecto como C/P.
2016/10/28	Discusión sobre la participación de CORMAGDALENA y CIRMAG en el presente proyecto como C/P.

Como resultado de la discusión, se aclaró que CORMAGDALENA y MADS son entidades principales que deberían asumir la ordenación de Río Magdalena puesto que el equipo de expertos interpretó en el momento que a CORMAGDALENA se le delega la responsabilidad de ordenar la cuenca de Río Magdalena en la Constitución de 1991 y puesto que MADS se encarga de la formulación del plan estratégico de la macrocuenca. En cuanto a la formulación del IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro, se aclaró que IDEAM y CAR serían las entidades principales. Además, se confirmó que las entidades que participaron en los talleres entienden la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación de la siguiente manera.

Tabla 2.1.2 Ideas sobre la repartición de responsabilidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundación

	Cuenca de Río Magdalena	Cuenca de Río Negro
UNGRD	Actividades para la gestión del riesgo de inundación (organizar el registro de desastres)	
CORMAGDALENA	Formulación del plan de ordenación de la cuenca	
IDEAM	Observación meteorológica y hidrológica de la cuenca, modelación hidrológica e hidráulica, pronóstico y alerta de inundación	
MADS	Formulación de estrategias	Formulación de directrices básicas del control de inundación
Departamento de Cundinamarca	Actividades de acuerdo con la política de CORMAGDALENA y MADS Apoyo a los municipios	Apoyo a los municipios

	Cuenca de Río Magdalena	Cuenca de Río Negro
CAR		Observación meteorológica y hidrológica de la cuenca, modelación hidrológica e hidráulica, estudio de las medidas estructurales, actividades para incorporar riesgo de inundación en POMCA
Municipio		Decisión final sobre la implementación de las medidas, implementación, mantenimiento y administración

## 2.2 Taller realizado el 12 de octubre de 2017

### (1) Contenido del estudio

En este taller, se estudió la repartición de responsabilidades para la formulación de IFMP-SZ para la cuenca de Río Negro y para la implementación de obras relacionadas con la gestión del riesgo de inundación estipuladas en IFMP-SZ. Los participantes del taller llegaron a tener la misma comprensión sobre estos ítems.

En agosto de 2016 se elaboró “Propuesta sobre la repartición efectiva e eficaz de responsabilidades” a través de las discusiones en los talleres realizados entre 2015 y 2016. En este taller, se confirmó que se estudiaría la repartición de responsabilidades basado en esto.



Figura 2.2.1 Proceso de la gestión del riesgo de inundación

Se mostró el contenido presentado en la tabla a continuación como las medidas concretas para reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro, con el fin de estudiar la repartición de responsabilidades con base en esto. El contenido de la tabla a continuación es el resultado del estudio dentro del equipo de proyecto.

Tabla 2.2.1 Medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro (borrador)

Medidas		Contenido principal
Instrucción en el uso de suelo	Medidas no estructurales	Creación de mapa de amenaza Regulación de uso de suelo en las llanuras inundables Conservación de bosques etc. (Control de escorrentía)
Construcción de estructura para la prevención de inundación	Medidas estructurales	Adecuación del cauce Construcción de represas y embalses de retención Construcción de canal de drenaje
Mantenimiento y administración	Medidas estructurales	Chequeo de las estructuras existentes Arreglo y modificación de la estructura para la prevención de inundación
Pronóstico y alerta de inundaciones	Medidas no estructurales	Mejoramiento del sistema de pronóstico y alerta de inundación Organización de las medidas de comunicación de información para los residentes Crear consciencia entre los residentes
Respuesta a la inundación	Medidas no estructurales	Construcción de estructuras para la respuesta a la inundación Uso de estructuras para la prevención de inundación Emisión de orden de evacuación Actividades de la respuesta, instalación de albergue

## (2) Resultado del estudio

Se confirmaron los siguientes ítems como información de referencia para estudiar la repartición de responsabilidades.

### 1) Medidas para la reducción de riesgos

- a) Regulación de uso de tierra en las llanuras inundables (Conservación de las funciones de retención de inundación de los humedales)
  - Se debe implementar basado en la regulación estipulada en el la zonificación ambiental del POMCA con el fin de conservar los humedales aguas abajo de Río Negro.
  - El POMCA tiene fuerza legal sobre POT (Plan de Ordenamiento Territorial) o EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), y CAR, quien elabora POMCA, puede detener el desarrollo de área residencial etc. para la prevención de inundaciones mediante el manejo del suelo en POMCA a partir de las determinantes ambientales.
- b) Obras de estructuras para prevención de inundación (obras del río)
  - Existen construcción del dique, dragado y construcción de embalse de retención como opciones para obras del río. En Río Negro existe una represa. Sin embargo, en Colombia no existen represas con propósito de regular inundaciones.
  - Se realizan obras del río con el fin de recuperación pos-desastre, y no se realizan obras para la reducción del riesgo. Se obtiene subsidios nacionales para la recuperación pos-desastre; sin embargo, es difícil conseguir financiación para obras para la reducción del riesgo. El presupuesto de las obras del río proviene de los fondos de los municipios o de la nación.

- Es difícil identificar quién implementa las obras del río para la recuperación pos-desastre ya que varía de caso en caso.

c) Respuesta a la inundación

Existen tres etapas de respuesta a la inundación, según la magnitud del evento.

**Etapas-1 : Etapa de respuesta de parte de municipios**

Los municipios declaran la calamidad pública y estudian las medidas de emergencia y el plan de recuperación y reconstrucción. Como los municipios generalmente piden el apoyo del Departamento dentro de unas horas después de la declaración de calamidad pública, y esta etapa termina en poco tiempo en general. Los municipios cuentan con poco recurso humano que posee la habilidad técnica para la respuesta al desastre, y la capacidad de respuesta es baja.

**Etapas-2 : Etapa de respuesta de parte de Departamentos**

El Departamento responde a la inundación después de recibir la solicitud del municipio. En esta etapa también el departamento requiere el permiso del municipio en caso de que el Departamento quiera implementar obras. (Sin embargo, la decisión sobre la respuesta a la inundación la toma el Departamento, y se designa el Departamento como el encargado de la respuesta a la inundación. En este sentido, los municipios se mantienen en la atención del evento, aunque el Departamento decide responder al evento). En caso de un desastre de gran magnitud que supera la capacidad de respuesta del Departamento, el Departamento solicita el apoyo de la nación.

**Etapas-3 : Etapa de respuesta de parte del gobierno central**

El gobierno central recibe la solicitud del Departamento y se encarga de coordinar la respuesta a la inundación. Esto ocurrió en un gran desastre como el desastre de sedimentos en Mocoa, en abril de 2017. En esta etapa (cuando la solicitud de apoyo le llega al gobierno central) la metodología de respuesta está definida por la UNGRD. En la etapa de la recuperación el Gobierno apoya la elaboración del plan de acción específico al municipio o al Departamento, en dicho plan se definen los implementadores de las obras que se van a realizar, estas se asignan de acuerdo al sector que le corresponde. Para el caso de Mocoa, el Presidente de la República definió un Gerente para la Reconstrucción y este caso fue el Ministro de Defensa, lo que de alguna manera se identificó como no claro dado que existe la UNGRD (la coordinadora de GRD en Colombia) y esto puede crear problemas de coordinación. Para las entidades aún existen problemas de coordinación en la recuperación, especialmente por el tema normativo y de competencias en cuanto a jurisdicciones, cada entidad realiza lo que considera.

En las inundaciones causadas por La Niña en 2010-2011, se implementó este sistema (se requieren respuestas en varios sectores como aguas residuales y generación hidroeléctrica, y es difícil crear una respuesta con sólo un sector, por lo tanto se implementó este sistema). En este caso, se creó para la respuesta la entidad Colombia Humanitaria y para la recuperación se creó la entidad el Fondo de Adaptación a las cuales se les dio el presupuesto y la capacidad técnica.

## 2.3 Taller realizado el 25 de octubre de 2017

### (1) Contenido del estudio

En este taller se confirmó el proceso de la gestión del riesgo de inundación presentado a continuación y se estudió la repartición de responsabilidades relacionadas con los ítems a continuación. Los participantes del taller llegaron a tener la misma comprensión sobre estos ítems.

- Identificar los problemas en la gestión del riesgo de inundación a través de la comprensión de las características del río en la cuenca de Río Magdalena y Río Negro.
- Formulación e implementación de las medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro.

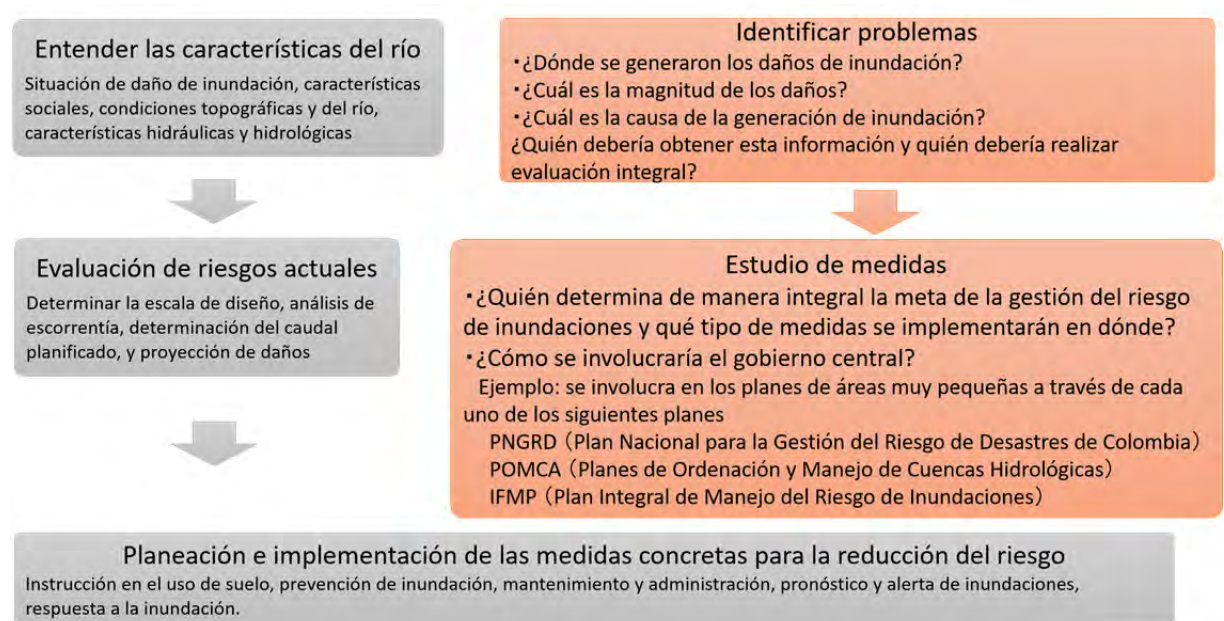


Figura 2.3.1 Proceso de la gestión del riesgo de inundación



(2) Resultado del estudio

1) Repartición de responsabilidades para el estudio de medidas para la reducción del riesgo de inundación

a) Estudio de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Magdalena.

Se estudió la repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Magdalena, y se elaboró el borrador que se presenta a continuación.

Tabla 2.3.1 Repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Magdalena (borrador)

Ítems para implementar			Entidad responsable						Nota	
			UNGRD	CORMAGDALENA	IDEAM	Departamento	CAR	MADS		Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	3		1-3 o 3'	2	2'		1	*1
		¿La magnitud de los daños?	3			2	2'		1	*1
		¿La causa de la inundación?			3		Δ			*1 *2
	Evaluación integral y organización de los problemas (situación actual)						Δ			*3
Evaluación integral y organización de los problemas (ideal)		3			2			1		
Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Situación actual)				○'				○	
	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (ideal)		○	○'	○'				○'	
Estudiar medidas	¿Dónde se implementarán estas medidas? (Situación actual)		Consejo Ambiental Regionales							
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (ideal)		○	○'	○'				○'	

\*1 La entidad responsable depende de la magnitud de inundación. En la tabla el número indica la magnitud (1: pequeña, 2: mediana: 3: grande)

\*2 Nadie realiza estudio sobre la causa de inundación para inundaciones pequeñas

\*3 No existen reglas, sin embargo si se va a implementar, CAR será la entidad responsable. En el desastre de sedimentos de MOCOYA, SGC y La letra negra es situación actual y la letra roja es ideal a futuro

b) Estudio de medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro

Se estudió la repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro, y se elaboró el borrador que se presenta a continuación.

Tabla 2.3.2 Repartición de responsabilidades relacionadas a las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro (borrador)

Ítems para implementar			Entidad responsable						Nota	
			UNGRD	CORMAGDALENA	IDEAM	Departamento	CAR	MADS		Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	3		1-3 o 3'	2	2'		1	*1
		¿La magnitud de los daños?	3			2	2'		1	*1
		¿La causa de la inundación?			3		1 y 2			*1
	Evaluación integral y organización de los problemas (situación actual)						Δ			
Evaluación integral y organización de los problemas (ideal)		3			2	2'		1	*1	
Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (situación actual)						○'		○	
	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (ideal)		○'		○'		○	○'		
Estudiar medidas	¿Dónde se implementarán estas medidas? (situación actual)						○'		○	
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (ideal)		○'		○'		○	○'		

\*1 La entidad responsable depende de la magnitud de inundación. En la tabla el número indica la magnitud (1: pequeña, 2: mediana: 3: grande)

La letra negra es situación actual y la letra roja es ideal a futuro

2) Repartición de responsabilidades para la implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro

Se estudió la repartición de responsabilidades relacionadas con la implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro, y se elaboró el borrador que se presenta a continuación.

Tabla 2.3.3 Repartición de responsabilidades relacionadas con la implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Negro (borrador)

Ítems para implementar			Entidad responsable								
			UNGRD	CORMAG DALENA	IDEAM	CUNDINA MARCA	CAR	MADS	Municipio		
Medidas estructurales	Ordenación de estructuras de prevención de inundaciones	Muro de contención (flood wall), Protección de orilla, etc	Estudio y diseño			○		○			
			Obras				○			○	
			Mantenimiento y administración				○			○	
	Control de sedimentos	Dragado en la parte de la confluencia del tributario Obras de presas de retención de sedimento (sabo)	Estudio y diseño			○		○			
			Obras ( dragado etc. )				○			○	
			Mantenimiento y administración				○			○	
		Monitoreo				○	○		○		
Medidas no estructurales	Regulación del uso de suelo	Creación de mapa de amenazas	Recolección de la información e identificación de áreas de inundación			○		○		○	
			Análisis de escorrentía e inundación			○		○			
			Creación y distribución de mapa de reducción de riesgo de desastre					○		○	
		Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables (conservación de los humedales)	Política y Guías						○		
			Estudio y planeación			○		○		○	
			Regulación					○		○	
	Pronóstico y alerta de inundaciones	Mejoramiento del sistema del pronóstico y alerta de inundación	Observación de precipitación y el nivel del agua			○		○			
			Pronóstico del nivel del agua			○		○			
			Ordenación del sistema (comunicación de la información)	○		○	○	○		○	
	Respuesta a la inundación	Mejoramiento de las actividades de la respuesta a la inundación y establecimiento de albergue	Crear conciencia entre los residentes	Elaboración de folletos y realización de orientación				○			○
			Mejoramiento del sistema de respuesta a la inundación		○		○			○	
			Mejoramiento de la emisión el orden de evacuación		○		○			○	
		Mejoramiento de las actividades de la respuesta a la inundación y establecimiento de albergue		○		○			○		

○ Entidad principal      ○ Entidad de apoyo

## 2.4 Taller realizado el día 14 de febrero de 2018

### (1) Contenido del estudio

En este taller, se confirmaron los siguientes procesos de manejo del riesgo de inundaciones. Después de entender las situaciones de daños por inundación y estudiar medidas para mitigar las inundaciones, se debe formular IFMP-SZ (versión más concreta) para la cuenca del Río Negro y se deben implementar medidas de reducción del riesgo de inundación basadas en este IFMP-SZ. En base a lo comprendido, se estudió la repartición de responsabilidades relacionadas con el reconocimiento de problemas y el estudio de medidas para mitigar inundaciones. Estos ítems ya fueron estudiados en el taller realizado el 25 de octubre de 2017. Por lo tanto, en este taller, se discutieron más detalles, con suposición de elementos concretos de implementación basados en el resultado del estudio previo.

## (2) Resultado del estudio

Con base en el estudio realizado en este taller, la repartición de responsabilidades se determinó como se muestra en la siguiente tabla. El resultado del taller celebrado el 25 de octubre de 2017 se revisó teniendo en cuenta los siguientes elementos;

- En principio, comprender las situaciones de daños por inundación (sitios donde se presentaron daños por inundación y la magnitud de daños, etc.) es responsabilidad de los municipios, aunque pueden recibir apoyo del Departamento o UNGRD.
- Idealmente CAR será responsable por la evaluación integral y la organización de los problemas, porque para esta responsabilidad se requiere la perspectiva de balance en la cuenca hidrográfica completa. Por lo tanto la CAR se responsabilizará por el estudio de las medidas para mitigar inundaciones.
- IDEAM debe contribuir al reconocimiento de problemas y al estudio de las medidas, proporcionando información meteorológica e hidrológica.

Tabla 2.4.1 Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro (borrador)

Ítems para implementar			Gobierno nacional			Entidades regionales		
			UNGRD	MADS	IDEAM	CUNDINAMAR CA (Departamento)	CAR	Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación?	Apoyo en caso de inundaciones grandes		Proveer información	Apoyo en inundaciones mediana		○
		¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)						
		¿La magnitud de los daños?						
		¿La causa de la inundación?			○		○	
		Evaluación integral y organización de los problemas (Actual)					△	
	Evaluación integral y organización de los problemas (Ideal)	Apoyo			Apoyo	○	Apoyo	
Study measures		Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Actual)					Apoyo	○
		Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Ideal)		○	Proveer información		○	○
		¿Dónde se implementarán estas medidas? (Actual)					Apoyo	○
		¿Dónde se implementarán estas medidas? (Ideal)		○	Proveer información		○	○

○ : Entidad principal

## 2.5 Taller realizado el día 23 de febrero de 2018

### (1) Contenido del estudio

En este taller, se estudió la repartición de responsabilidades para el reconocimiento de problemas, el estudio de medidas para mitigar inundaciones y la implementación de medidas. Para reconocimiento de problemas y el estudio de medidas, la repartición de responsabilidades ya fue estudiada en el taller celebrado el 25 de octubre de 2017. Por lo tanto, en este taller se discutieron más detalles, suponiendo elementos concretos de implementación basado en el resultado de estudios previos.

### (2) Resultado del estudio

Con base en el estudio realizado en este taller, la repartición de responsabilidades se determinó como se muestra en la siguiente tabla. El resultado del taller celebrado el 25 de octubre de 2017 se revisó teniendo en cuenta los siguientes elementos;

- En principio, comprender las situaciones de daños por inundación (sitios donde se presentaron daños por inundación y la magnitud de daños, etc.) es responsabilidad de los municipios, aunque pueden recibir apoyo del Departamento o UNGRD.
- Dado que las jurisdicciones de varias autoridades ambientales están incluidas en el sistema del Río Magdalena, es necesario evaluar la disposición de cada autoridad ambiental de manera exhaustiva. Por lo tanto, MADS y CORMAGDALENA son los candidatos de las entidades responsables por la evaluación integral y la organización de problemas. Sin embargo, para que CORMAGDALENA sea responsable de este ítem, es necesario modificar la ley actual. Por lo tanto, MADS está en mejor posicionado para asumir esta responsabilidad.
- Actualmente, se estudia la planificación del sistema del Río Magdalena en CARMAC (Consejo Ambiental Regional de la Macrocuena) que está conformado por MADS, IDEAM, CAR, entidades gubernamentales relacionadas y los departamentos. Por lo tanto, se debe estudiar la repartición de responsabilidades para la evaluación integral, la organización de problemas y el estudio de medidas teniendo esto en cuenta.

La repartición de responsabilidades para la implementación de medidas se estudió en este taller por primera vez y se determinó como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.5.1 Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Magdalena (borrador)

Ítems para implementar				Gobierno nacional				Entidades regionales			
				UNGRD	CARMAC	MADS	IDEAM	COR MAGDALENA	Departamento	CAR	Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación? ¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)	Actual	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
			Ideal	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
		¿La causa de la inundación?	Actual				Implementación en inundaciones grandes			Implementación en inundaciones medianas	△
		Ideal				○	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo	
		Actual							△		
	Evaluación integral y organización de los problemas	Ideal	○	○	○	Apoyo (solo amenaza)	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo	
Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones - Definición del área de conservación - Definición de la escala de diseño		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
	¿Dónde se implementarán estas medidas? - Definición del caudal de diseño - Definición de área de inundación - Estudio de costo-beneficio		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
Implementación de medidas estructurales (Dique)	Estudio y diseño	Ideal	○			Proveer información	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo	
	Obras	Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo	
	Mantenimiento y administración	Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	○	○	○	
Implementación de medidas no estructurales (administración de llanuras)	Política y guía	Ideal			○						
	Estudio y planeación / Regulación / Monitoreo	Ideal							○ solo area admin		

○ : Entidad principal

## 2.6 Taller realizado el 1 de marzo de 2018

### (1) Contenido del estudio

En este taller, se estudió la repartición de responsabilidades para el reconocimiento de problemas, el estudio de medidas para mitigar inundaciones y la implementación de medidas. Para reconocimiento de problemas y el estudio de medidas, la repartición de responsabilidades ya fue estudiada en el taller celebrado el 25 de octubre de 2017. Por lo tanto, en este taller se discutieron más detalles, suponiendo elementos concretos de implementación basado en el resultado de estudios previos.

### (2) Resultado del estudio

Con base en el estudio realizado en este taller, la repartición de responsabilidades se determinó como se muestra en la siguiente tabla. El resultado del taller celebrado el 25 de octubre de 2017 se revisó teniendo en cuenta los siguientes elementos;

- CAR y el Departamento deberían ser responsables por el estudio, el diseño y la obra. Y el IDEAM debe apoyar a las entidades principales, proporcionando información meteorológica e hidrológica.
- Con respecto al dragado de sedimentos en el río, se deben considerar los siguientes ítems;

- Actualmente, En el Departamento de Cundinamarca, el ICCU (Instituto de Infraestructura y Concesiones Cundinamarca), que es una entidad de sector público, pertenece al Departamento y administran los equipos que se requieren durante el período de inundación.
- ICCU y CAR implementan el dragado de sedimentos en el río conjuntamente.
- UNGRD apoya al Departamento en adquisición de equipos.

Tabla 2.6.1 Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro (borrador)

Ítems para implementar				Gobierno nacional			Entidades regionales		
				UNGRD	MADS	IDEAM	CUNDINAMARCA (Departamento)	CAR	Municipio
Implementar medidas estructurales	Ordenación de estructuras de prevención de inundaciones	Muro de contención (flood wall), Protección de orilla, etc	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
	Control de sedimentos	Obras de presas de retención de sedimento (sabo)	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
		Dragado en la parte de la confluencia del tributario	Estudio			Proveer información		○	
			Obras (dragado etc.)	Apoyo			○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración				○	○	○
	Medidas no estructurales	Regulación del uso de suelo	Creación de mapa de reducción de riesgo de desastres (inundación) (Mapa DRR)	Recolección de la información e identificación de áreas de inundación			○		○
Análisis de escorrentía e inundación						Apoyo		○	
Creación y distribución de mapa de reducción de riesgo de desastres						○		○	○
Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables (conservación de los humedales)			Política y guía		○				
			Estudio y planeación			Proveer información		○	○
Regulación / Monitoreo						○	○		
Pronóstico y alerta de inundaciones		Mejoramiento del sistema del pronóstico y alerta de inundación	Observación de la precipitación y el nivel del agua			○	○	○	
			Pronóstico de nivel de agua			○	○	○	
		Organización del sistema (comunicación de información)	○		○	○	○	○	
Crear consciencia entre los residentes		Preparación de folletos y realización de orientaciones				○		○	
Respuesta a la inundación		Mejoramiento del sistema de respuesta a la inundación	○			○		○	
		Mejoramiento de la emisión del orden de evacuación				○		○	
		Mejoramiento del Actividades de la respuesta a la inundación y establecer albergue	○			○		○	

○ : Entidad principal

### 3. Asignación de responsabilidades en IFMP-SZ

#### 3.1 Repartición de responsabilidades para el estudio de las medidas para la reducción del riesgo de inundación en la cuenca del Río Magdalena

##### 3.1.1 Estudio de medidas para la reducción del riesgo de inundaciones

###### (1) Identificación de problemas

###### 1) Comprensión de la situación de los daños de inundación

Para la comprensión de la situación de los daños de inundación, las responsabilidades se asignarán a los municipios en principio aunque los departamentos o UNGRD los apoyarán de acuerdo con la magnitud de la inundación. Los municipios se responsabilizan de las inundaciones pequeñas sin apoyo adicional. Para las inundaciones de magnitud media que exceden la capacidad de respuesta de los municipios, los departamentos apoyan a los municipios. Y para las inundaciones de gran magnitud que exceden la capacidad de respuesta de los departamentos, UNGRD apoya a los departamentos y los municipios. IDEAM, una entidad que dentro de sus funciones realiza observación meteorológica e hidrológica, y modelación hidrológica apoyará, a aquellas entidades que se responsabilizan de comprender las situaciones de los daños de inundación en inundaciones particularmente en ríos principales, proveyendo los datos de observación, cartografía temática, estudios disponibles, etc.

###### 2) Estudio de la causa de inundación

IDEAM y CAR se colaborarán para realizar el estudio de la causa de inundación, con el resultado de la comprensión de la situación de daños de inundación. Actualmente no se realiza este tipo de estudio para inundaciones pequeñas; sin embargo, en adelante se debe estudiar la causa de todas las inundaciones. Se estudiará la definición de la inundación en el río objetivo se definirá más adelante basado en el nivel, el caudal, la precipitación y otros indicadores.

###### 3) Evaluación integral e identificación de retos

La responsabilidad de comprender la situación de los daños de inundación, estudiar la causa de inundación, e identificar los retos con el conocimiento técnico, será para UNGRD y MADS. Es necesario evaluar la disposición de cada autoridad ambiental comprensivamente, dado que varias autoridades ambientales tienen su jurisdicción en el sistema del Río Magdalena. Actualmente, se estudia la planificación del sistema del Río Magdalena en CARMAC (Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca) que está conformado por MADS, IDEAM, CAR, entidades gubernamentales relacionadas y los departamentos. Considerando lo anterior, CARMAC también tendrá responsabilidad en este ítem.



## (2) Estudio de las medidas

La responsabilidad del objetivo de la gestión del riesgo de inundación con conocimiento técnico y el aprendizaje de las medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación, son principalmente de UNGRD e IDEAM. Actualmente, UNGRD no tiene poder en la gestión del riesgo de inundación. Sin embargo, UNGRD se hará responsable por estas actividades, basado en el punto de vista de que se debe aumentar el poder de UNGRD relacionado con la gestión del riesgo de inundación. MADS y CORMAGDALENA apoyarán a UNGRD e IDEAM con base en la situación actual en que MADS formula el "plan estratégico de la macrocuenca" y CORMAGDALENA formula el "Plan Maestro de Aprovechamiento". Como es necesario definir el objetivo de la gestión del riesgo de inundación y estudiar las medidas para la reducción de riesgo de inundación teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas, meteorológicas, hidrológicas y ambientales en la cuenca, estas 4 entidades se colaborarán en el proceso.

### 3.1.2 Implementación de medidas para la reducción del riesgo de inundación

Como medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el sistema del Río Magdalena, se pueden considerar dos métodos. Uno es el desarrollo del dique como medida estructural y el otro es la regulación del uso de suelo en las llanuras inundables. La repartición de responsabilidades se muestra a continuación.

#### (1) Medidas estructurales (Diques)

UNGRD será responsable por el estudio y el diseño de esta medida debido a su facilidad para asegurar el presupuesto. CAR será responsable de las obras de construcción porque en ocasiones es difícil para los departamentos o municipios asegurar el presupuesto. Los departamentos, CAR y los municipios son responsables por el mantenimiento y la administración así como el monitoreo. IDEAM debe proporcionar información en todas las fases de estudio, diseño, mantenimiento y administración y monitoreo. En todas las fases, UNGRD, IDEAM, CORMAGDALENA, CAR y los municipios deberían colaborar, así no sean los principales responsables de cada ítem.

#### (2) Medidas no estructurales (Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables)

En cuanto a la decisión sobre la política y la preparación de directrices, MADS será responsable ya que MADS es la entidad encargada de formular el "plan estratégico de la macrocuenca". Con respecto al estudio, la planificación, la regulación y el monitoreo, varias autoridades ambientales serán responsables en la jurisdicción correspondiente puesto que así está establecido de acuerdo con la jurisdicción de las corporaciones y es práctico dividir la macrocuenca en unas secciones.

### 3.1.3 La tabla de la repartición de responsabilidades relacionada con la reducción del riesgo de inundaciones

El resultado del estudio para la repartición de responsabilidades relacionadas con la reducción del riesgo de inundaciones en el sistema del Río Magdalena se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.1.1 Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en el Río Magdalena

Ítems para implementar				Gobierno nacional				Entidades regionales			
				UNGRD	CARMAC	MADS	IDEAM	COR MAGDALENA	Departamento	CAR	Municipio
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación? ¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)	Actual	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
			Ideal	Apoyo en caso de inundaciones grandes			Proveer información		Apoyo en inundaciones medianas		○
		¿La causa de la inundación?	Actual				Implementación en inundaciones grandes			Implementación en inundaciones medianas	△
			Ideal				○	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
	Evaluación integral y organización de los problemas		Actual								△
		Ideal	○	○	○		Apoyo (solo amenaza)	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
Estudiar medidas	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones - Definición del área de conservación - Definición de la escala de diseño		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
	¿Dónde se implementarán estas medidas? - Definición del caudal de diseño - Definición de área de inundación - Estudio de costo-beneficio		Actual				Proveer información		○		○
			Ideal	○	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo			
Implementación de medidas estructurales (Dique)	Estudio y diseño		Ideal	○			Proveer información	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
	Obras		Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	Apoyo	○	Apoyo
	Mantenimiento y administración		Ideal	Apoyo			Proveer información	Apoyo	○	○	○
Implementación de medidas no estructurales (administración de llanuras)	Política y guía		Ideal			○					
	Estudio y planeación / Regulación / Monitoreo		Ideal							○ solo area admin	

○: Entidad principal

### 3.2 Repartición de responsabilidades relacionadas con la reducción del riesgo de inundación en la cuenca de Río Negro

#### 3.2.1 Estudio de las medidas para la reducción del riesgo de inundación

##### (1) Identificación de problemas

##### 1) Comprensión de la situación de los daños de inundación

(Igual que Río Magdalena): Para la comprensión de la situación de los daños de inundación, las responsabilidades se asignarán a los municipios en principio aunque los departamentos o UNGRD los apoyarán de acuerdo con la magnitud de la inundación. Los municipios se responsabilizan de las inundaciones pequeñas sin apoyo adicional. Para las inundaciones de magnitud media que exceden la capacidad de respuesta de los municipios, los departamentos apoyan a los municipios. Y para las inundaciones de gran magnitud que exceden la capacidad de respuesta de los departamentos, UNGRD apoya a los departamentos y los municipios. IDEAM, una entidad que realiza observación meteorológica e hidrológica, apoya a todas las entidades que se responsabilizan de comprender las situaciones de los daños de inundación en inundaciones de todas las magnitudes, proveyendo los datos de observación, etc.

## 2) Estudio de la causa de inundación

(Igual que Río Magdalena): IDEAM, CAR y los municipios se colaborarán para realizar el estudio de la causa de inundación, con el resultado de la comprensión de la situación de daños de inundación. Actualmente no se realiza este tipo de estudio para inundaciones pequeñas; sin embargo, en adelante se debe estudiar la causa de todas las inundaciones. Se estudiará la definición de la inundación en el río objetivo se definirá más adelante basado en el nivel, el caudal, la precipitación y otros indicadores.

## 3) Evaluación integral e identificación de retos

La responsabilidad de comprender la situación de los daños de inundación, estudiar la causa de inundación, e identificar los retos con el conocimiento técnico, será de CAR, porque para esta responsabilidad se requiere la perspectiva de balance en la cuenca hidrográfica completa. Por lo tanto la CAR se responsabilizará por el estudio de las medidas para mitigar inundaciones. Los municipios que están enfrentando el desastre apoyarán a CAR así como a UNGRD y los departamentos, quienes serán responsables de la implementación de medidas.

### (2) Estudio de las medidas

#### 1) Definición del objetivo de la gestión del riesgo de inundación

La responsabilidad de definir objetivo de la gestión del riesgo de inundación con conocimiento técnico y estudiar las medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación, será de MADS, CAR y municipios. IDEAM proporcionará la información necesaria, como datos de observación meteorológica e hidrológica. Como es necesario definir el objetivo de la gestión del riesgo de inundación y estudiar las medidas para la reducción de riesgo de inundación teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas, meteorológicas, hidrológicas y ambientales en la cuenca, estas 4 entidades se colaborarán en el proceso.

#### 2) Estudio de las medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación

La responsabilidad de estudiar las medidas concretas para la reducción del riesgo de inundación teniendo en cuenta el objetivo de la gestión del riesgo en la cuenca de Río Negro, será de MADS, CAR y municipios. IDEAM proporcionará la información necesaria, como datos de observación meteorológica e hidrológica. Como es necesario coordinar con la gestión del riesgo de inundación y estudiar las medidas para la reducción de riesgo de inundación teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas, meteorológicas, hidrológicas y ambientales en la cuenca, estas 4 entidades se colaborarán en el proceso.

### 3.2.2 Implementación de las medidas para la reducción del riesgo de inundación

#### (1) Medidas estructurales

En la cuenca de Río Negro, las posibles medidas incluyen la instalación del muro de contención en los puntos que presentan amenaza de inundación, instalación de protección de orillas para conservar las bases de los puentes, dragado en el punto de confluencia, e instalación de presas SABO. CAR asumirá el estudio y el diseño de las medidas ya que tiene experiencia en la instalación de protección de orilla y dragado, y cuenta con la mayor capacidad técnica actualmente. Como es necesario utilizar los datos de observación meteorológica e hidrológica para el estudio y el diseño, IDEAM debe apoyar a CAR. A parte de CAR quien encarga de el estudio y el diseño, el Departamento de Cundinamarca y los municipios ubicados cerca de los puntos de implementación de las obras se encargarán de la obra, mantenimiento y administración. Con respecto al dragado de sedimentos en el río, se adicionará el apoyo de UNGRD teniendo en cuenta los siguientes ítems;

- Actualmente, en el Departamento de Cundinamarca, el ICCU (Instituto de Infraestructura y Concesiones Cundinamarca), que es una entidad de sector público, pertenece al Departamento y administran los equipos que se requieren durante el período de inundación.
- ICCU y CAR implementan el dragado de sedimentos en el río conjuntamente.
- UNGRD apoya al Departamento en adquisición de equipos.

#### (2) Regulación del uso de suelo

##### 1) Preparación del mapa de reducción de riesgo de desastre (Mapas RRD)

Se puede considerar la preparación de mapa de reducción de riesgo de desastre para la zona donde las veredas existen de manera dispersa a lo largo de Río Negro, como Puerto Libre, Colorados, Córdoba, El Dindal, Guaduro, y Útica. IDEAM y CAR se encargarán de esta medida. IDEAM se encargará de proveer datos requeridos para la recolección, organización de los datos de observación del nivel y análisis de escorrentía e inundación en las áreas objetivo. CAR se encarga de utilizar los datos de IDEAM para realizar el análisis de escorrentía e inundación y elaborar mapas de amenaza. Los municipios le suministrarán datos de área de inundación a CAR y se encargarán de elaborar los mapas DRR junto con los residentes.

##### 2) Regulación del uso de suelo en llanuras inundables (conservación de los humedales)

En la cuenca de Río Negro, se piensa que los humedales ubicados aguas arriba de Puerto Libre, en la sección más baja de Río Negro, controlan el aumento de nivel en Puerto Libre. Se puede pensar en una medida para regular el desarrollo en estas áreas para conservar esta capacidad de retención de agua. IDEAM, CAR y MADS y los municipios se encargarán de esta medida. MADS se encarga de formular la política básica sobre la conservación de capacidad de retención del agua de los humedales en todo el territorio colombiano y elaborar guías para este efecto. CAR, quien formula

POMCA que es un plan superior de IFMP-SZ, debe involucrarse en la conservación de los humedales en IFMP-SZ basado en POMCA. Además, lo estipulado en POMCA tiene fuerza legal sobre los municipios, por lo tanto es necesario que CAR se encargue también del estudio, planeación, regulación y monitoreo. IDEAM proveerá la información meteorológica e hidrológica y evaluará la efectividad de la conservación de los humedales a través del estudio y planeación. Los municipios, los responsables directos de la regulación de desarrollo, deben encargarse del estudio, planeación y regulación.

### (3) Pronóstico y Alerta de inundación

Es necesario mejorar el sistema de pronóstico y alerta de inundación existente para la reducción del riesgo de inundación. En Colombia ya existe la práctica del pronóstico y alerta de inundación. La información básica para el pronóstico y alerta son los datos meteorológicos e hidrológicos de IDEAM. CAR también tiene sus propias estaciones y recolecta y provee datos de observación. En los últimos años, el Departamento de Cundinamarca ha estado participando activamente en la previsión y alerta de inundaciones como parte de la gestión del riesgo de desastres. Teniendo en cuenta esta situación actual, IDEAM, Departamento de Cundinamarca y CAR se encargarán de la observación de datos y pronóstico de precipitación y del nivel. IDEAM será la entidad principal responsable del pronóstico del nivel del agua. Actualmente son UNGRD e IDEAM las entidades que oficialmente emiten pronóstico y alerta de inundación, y existen municipios que emiten pronóstico y alerta utilizando sus propios datos de observación. Teniendo en cuenta que los municipios, los Departamentos y UNGRD se encargan de la respuesta a la inundación según la magnitud de la inundación, y que CAR provee los resultados de la observación meteorológica e hidrológica, la ordenación del sistema (métodos de comunicación) será la responsabilidad de UNGRD, IDEAM, el Departamento de Cundinamarca, CAR y los municipios. Con el fin de crear conciencia sobre la respuesta a las inundaciones entre los residentes, el Departamento y los municipios serán responsables de la preparación de folletos y la realización de orientaciones.

### (4) Mejoramiento de la respuesta a la inundación

Es necesario mejorar la respuesta a la inundación para la reducción de riesgos de inundación en la cuenca de Río Negro. Actualmente los municipios se encargan de la respuesta a las inundaciones pequeñas sin apoyo adicional, los departamentos apoyan a los municipios en la respuesta a las inundaciones medianas que superan la capacidad de respuesta de los municipios, y UNGRD apoyan a los municipios en la respuesta a la inundación grande que supera al capacidad de respuesta del Departamento, por lo tanto estas 3 entidades son responsables principales del estudio para el mejoramiento de la respuesta a la inundación. Es necesario crear un sistema de colaboración de cada entidad teniendo en cuenta la experiencia en la respuesta a las inundaciones pasadas.

### 3.2.3 La tabla de la repartición de responsabilidades relacionada con la reducción del riesgo de inundaciones

El resultado del estudio para la repartición de responsabilidades relacionadas con la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca de Río Negro se muestra en la siguiente tabla.

Table 3.2.2.1 Repartición de responsabilidades relacionadas con medidas para la reducción del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Negro

Ítems para implementar			Gobierno nacional			Entidades regionales			
			UNGRD	MADS	IDEAM	CUNDIRAMAR CA (Departamento)	CAR	Municipio	
Reconocimiento problemas	Comprender las situaciones de daños de inundación	¿Dónde se generó la inundación? ¿La magnitud de los daños? (Respuesta inmediatamente después de la ocurrencia del desastre)	Apoyo en caso de inundaciones grandes		Proveer información	Apoyo en inundaciones mediana		○	
		¿La magnitud de los daños?				○	○		
		¿La causa de la inundación?			○		○	○	
	Evaluación integral y organización de los problemas (Actual)						△		
Evaluación integral y organización de los problemas (Ideal)		Apoyo			Apoyo	○	Apoyo		
Study measures	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Actual)					Apoyo	○		
	Determinar la meta del manejo del riesgo de inundaciones (Ideal)			○	Proveer información		○	○	
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (Actual)					Apoyo		○	
	¿Dónde se implementarán estas medidas? (Ideal)			○	Proveer información		○	○	
Implementar medidas estructurales	Ordenación de estructuras de prevención de inundaciones	Muro de contención (flood wall), Protección de orilla, etc	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
	Control de sedimentos	Obras de presas de retención de sedimento (sabo)	Estudio y diseño			Proveer información		○	
			Obras			Proveer información	○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración			Proveer información	○	○	○
		Dragado en la parte de la confluencia del tributario	Estudio			Proveer información		○	
			Obras (dragado etc.)	Apoyo			○	○	Apoyo
			Mantenimiento y administración				○	○	○
	Medidas no estructurales	Regulación del uso de suelo	Creación de mapa de reducción de riesgo de desastres (inundación) (Mapa DRR)	Recolección de la información e identificación de áreas de inundación			○		○
Análisis de escorrentía e inundación						Apoyo		○	
Creación y distribución de mapa de reducción de riesgo de desastres						○		○	○
Regulación del uso de suelo en las llanuras inundables (conservación de los humedales)			Política y guía		○				
			Estudio y planeación			Proveer información		○	○
Pronóstico y alerta de inundaciones		Mejoramiento del sistema del pronóstico y alerta de inundación	Observación de la precipitación y el nivel del agua			○	○	○	
			Pronóstico de nivel de agua			○	○	○	
			Organización del sistema (comunicación de información)	○		○	○	○	
		Crear consciencia entre los residentes	Preparación de folletos y realización de orientaciones				○		○
Respuesta a la inundación		Mejoramiento del sistema de respuesta a la inundación		○			○	○	
	Mejoramiento de la emisión del orden de evacuación					○	○		
	Mejoramiento del Actividades de la respuesta a la inundación y establecer albergue		○			○		○	

○ : Entidad principal

## E. Revisión y actualización de IFMP-SZ

### 1. Desarrollo en la situación actual y problemas actuales

Como se describió en el Capítulo 2.1 de la Parte 0, este IFMP-SZ es un plan provisional y es necesario desarrollarlo como un plan más concreto. En este proyecto, como una de las actividades del proyecto, se han llevado a cabo las discusiones sobre las futuras actividades necesarias para desarrollar un plan más concreto basado en este plan provisional así como la preparación de un plan de trabajo de esas actividades necesarias. La Tabla 1.1 muestra el plan de trabajo para la formulación de una versión más concreta de IFMP-SZ en la cuenca de Río Negro, que se preparó en el proyecto y se acordó entre C/P y otras entidades participantes.

Es necesario que las entidades relevantes de Colombia lleven a cabo actividades para desarrollar el IFMP-SZ más concreto basado en este IFMP-SZ provisional según el plan de trabajo en adelante.

### 2. Revisión y actualización de IFMP-SZ

Dado que un IFMP-SZ trata los fenómenos naturales, existen límites a las condiciones que se pueden captar en la etapa de planificación. Además, en el estado actual del desarrollo de datos en la cuenca del Río Negro, la información necesaria no está suficientemente preparada para la planificación. Además, existe la posibilidad de que ocurra una inundación a gran escala y/o fenómenos inesperados sobre supuestos en la etapa de planificación. Además, también se puede realizar un cambio de estructura de las organizaciones relativas. De hecho, IFMP-SZ es un plan que necesita una revisión y actualización continua.

Está previsto que esta IFMP-SZ en la cuenca de Río Negro se revise y actualice en la posterioridad:

- Como una rutina de revisión y actualización, el IFMP-SZ será revisado y / o actualizado una vez cada cinco años, confirmando y utilizando los resultados del monitoreo.
- Fuera de la revisión regular, el IFMP-SZ será revisado y / o actualizado después de la observación de un gran caudal o de la inundación, utilizando los resultados del monitoreo y el estudio de inundación.
- Fuera de la revisión regular, el IFMP-SZ será revisado y / o actualizado en caso de que se realice un cambio en la estructura de las entidades relevantes y / o se revisen los planes de nivel superior.





Apéndice-9 Plan de trabajo para la formulación de IFMP-SZ (plan principal) en la cuenca de Río Negro

