



Consultoría y Servicios Ambientales

Acerca de nosotros

Somos una empresa de consultoría y servicios ambientales cuyo propósito es brindar soluciones para nuestros clientes.

El desarrollo de los integrantes del equipo, altos estándares de calidad, innovación constante y un enfoque de servicio al cliente serán nuestros pilares de crecimiento.

Constituida en 2013, +Verde nace con el objetivo de apoyar a actores públicos y privados a cubrir sus necesidades ambientales, diseñando e implementando en conjunto acciones por la sostenibilidad.

Líneas de servicio



+ Estudios ambientales



+ Gestión ambiental empresarial



+ Servicios de información geográfica



+ Trámites ambientales



+ Biodiversidad



+ Sostenible



+ Agua



Consultoría y Servicios Ambientales

**Estudios de
Inundabilidad: clave
para la viabilidad de
proyectos solares.**



CONTENIDO

Contexto 01

¿Qué es un estudio de inundabilidad? 02

¿Por qué se requiere? 03

Contenido del estudio 04

Casos de éxito – aplicación 05

Recomendaciones finales 06



01 CONTEXTO

- En los últimos años, la conciencia sobre la necesidad de adoptar fuentes de energía renovables ha ido en aumento.
- Los proyectos solares y en general de energías renovables, se han convertido en una opción prometedora para abordar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.



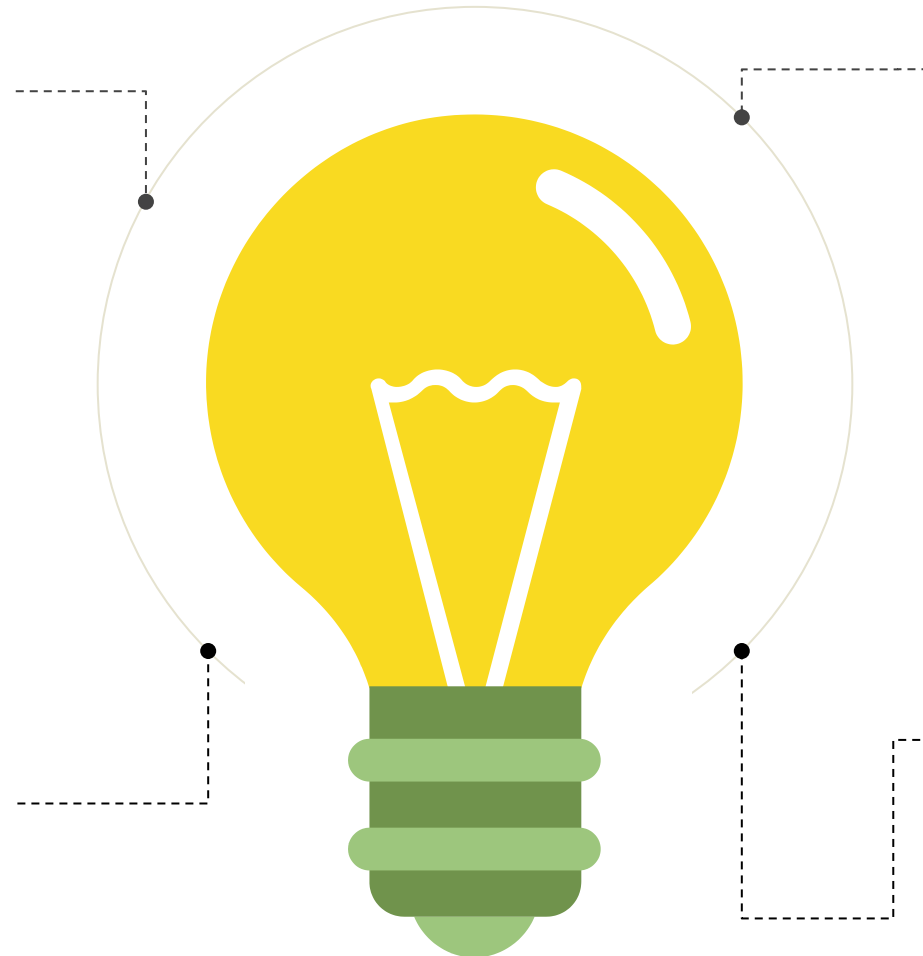
CONTEXTO – CIFRAS DE CRECIMIENTO

1

La Asociación de Energías Renovables proyectó que entre el 2023 y 2024 habría al menos 80 proyectos de energías renovables, los cuales aportarían 3.330 megavatios (MW) para entrar en operación en 2023 y 2.050. (LA Republica febrero de 2024)

3

En 2024 se espera la entrada en operación de 22 proyectos solares, con capacidad de 1.240 MW. (El Tiempo 15 de abril 2024)



2

En un nuevo hito para el sistema eléctrico colombiano, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) anunció que **Colombia superó los 1.200 megavatios (MW) de capacidad instalada solar.** (El Tiempo 25 de junio 2024).

4

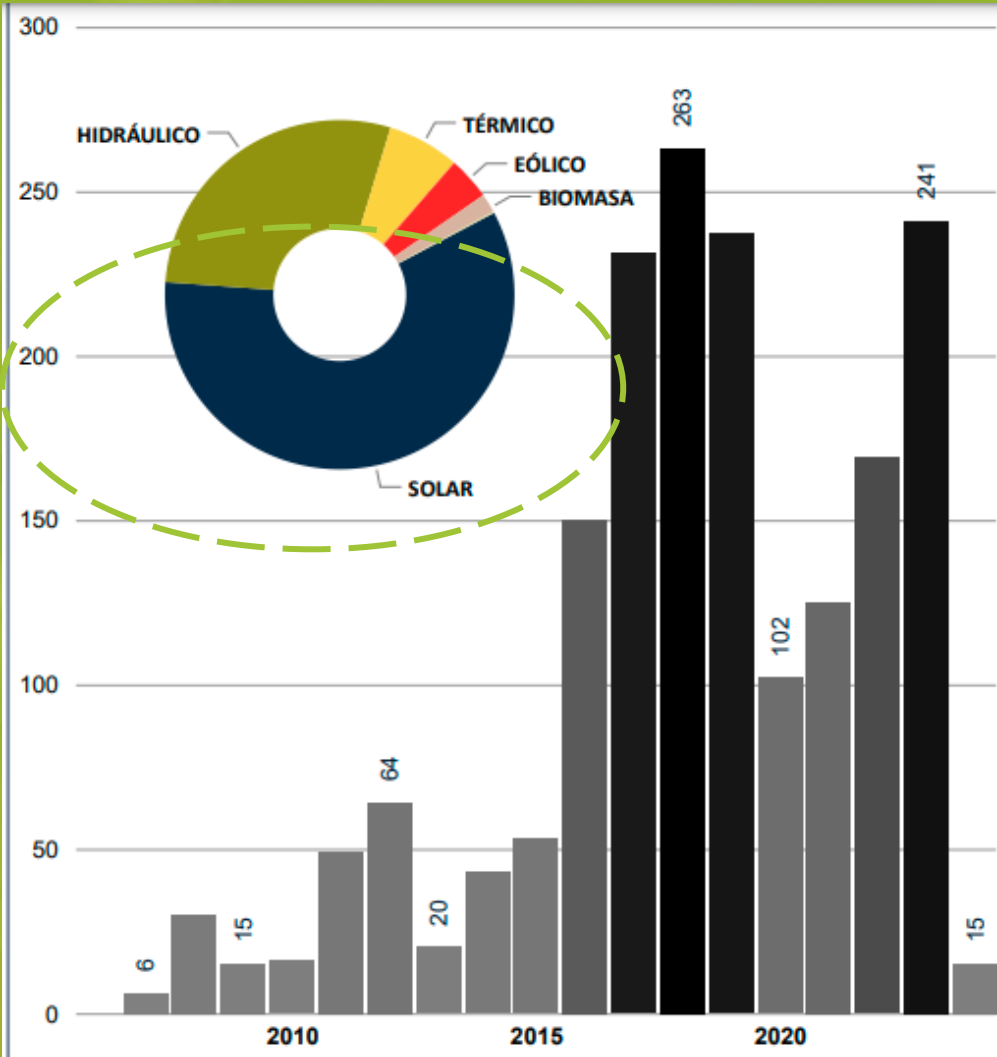
Hito en Colombia: el 6,1 % de la energía que se genera en el país proviene de plantas solares. (El Tiempo 25 de junio 2024).

<https://www.larepublica.co/empresas/las-empresas-detras-de-los-parques-solares-en-colombia-3801412>

<https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/asi-avanza-el-plan-de-barranquilla-para-dotar-de-energia-renovables-a-las-instituciones-publicas-3370701>

<https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/en-2024-las-energias-renovables-alcanzarian-el-9-de-la-capacidad-total-del-parque-generator-3334066>

Contexto – Número de proyectos presentados

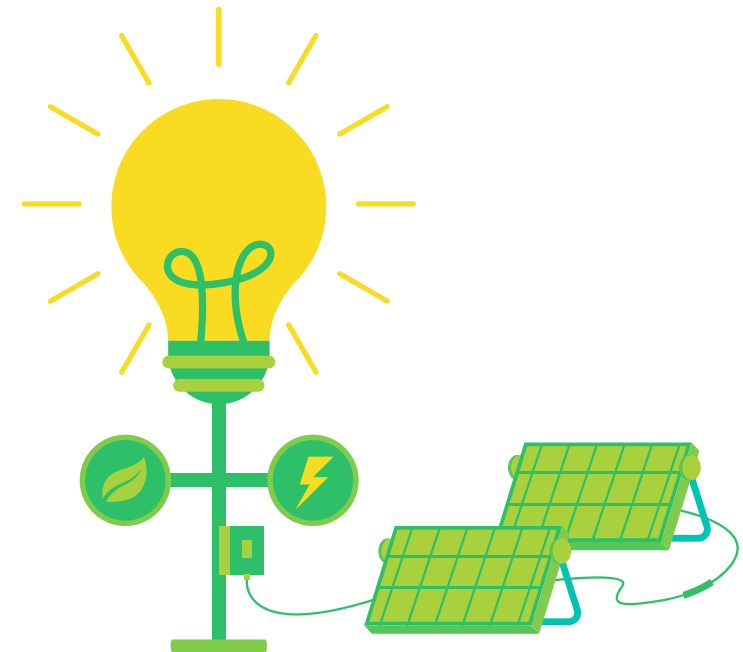


Año	BIOMASA	EÓLICO	GEOTÉRMICO	HIDRÁULICO	SOLAR	TÉRMICO	Total
2007				4		2	6
2008				9		21	30
2009	1			14			15
2010				15		1	16
2011	1			30		18	49
2012				64			64
2013	1			17		2	20
2014	2			41			43
2015		2	1	42		8	53
2016	6	1		43	96	4	150
2017	5	3		38	182	3	231
2018	6	5		52	176	24	263
2019	4	12		38	158	25	237
2020	1	7		34	59	1	102
2021	1	10		16	96	2	125
2022		14		36	113	6	169
2023	4	18	1	26	187	5	241
2024		1		3	11		15
Total	32	73	2	522	1078	122	1829



02

¿Qué es un estudio de inundabilidad?



Estudio de inundabilidad

- Delimitación del riesgo por inundación de un cauce, así como de las zonas potencialmente inundables.
- Plantea medidas para reducir daños o proponer cambios anticipados en la configuración del parque.
- Permite tomar decisiones de planeamiento o diseño de los parques.
- Permiten evaluar y valorar de manera precisa si una zona puede ser afectada por una inundación.
- Analizar cuál será la extensión y la altura de la lámina de agua durante el desbordamiento de un cuerpo de agua.

<https://masverde.com.co/2023/10/23/estudios-de-inundabilidad/>



...

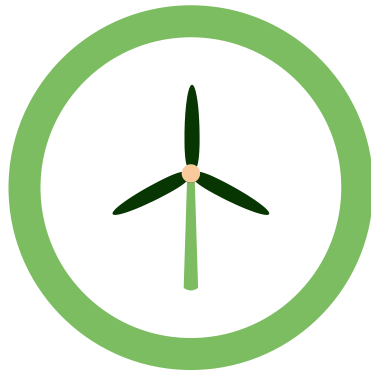
03

¿Por qué se
requiere?



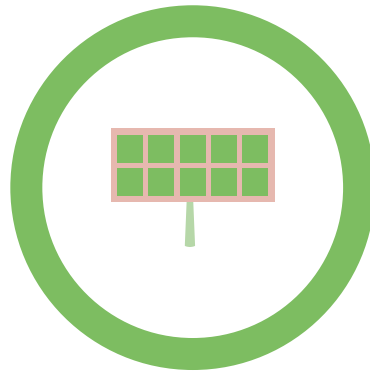
¿Por qué se requiere? Normatividad aplicable

Decreto 1076 de 2015



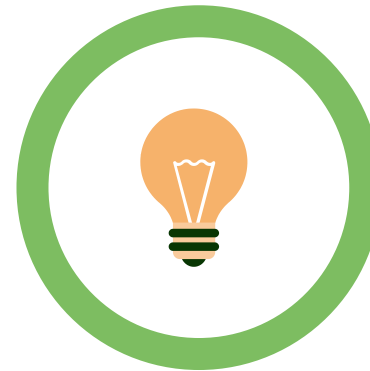
Menciona que este es un criterio técnico de delimitación hidrológica y deberá considerar la zona de terreno ocupada por el cuerpo de agua durante los eventos de inundaciones.

Resolución 1670 de 2017



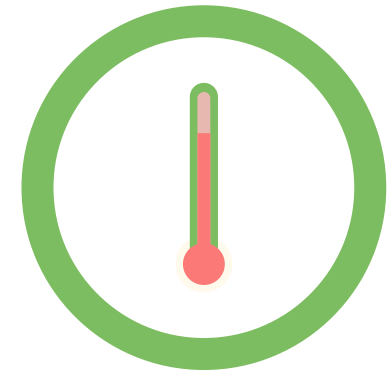
Se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Resolución No. 1402 de 2018



Guía para la elaboración de (EIA), - licencia ambiental de los proyectos de uso de energía.

Decreto 852 de 2024



Reglamenta la jurisdicción del licenciamiento.

¿Por qué se requiere?



Riesgo

Evita procesos de riesgo y desastres.

Impactos

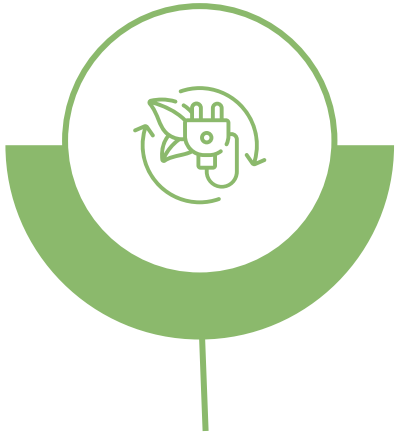
Evita daños a la infraestructura. Poca evaporación y drenajes debajo de los paneles.



Acc. Precipitation (m)
Annual 2000

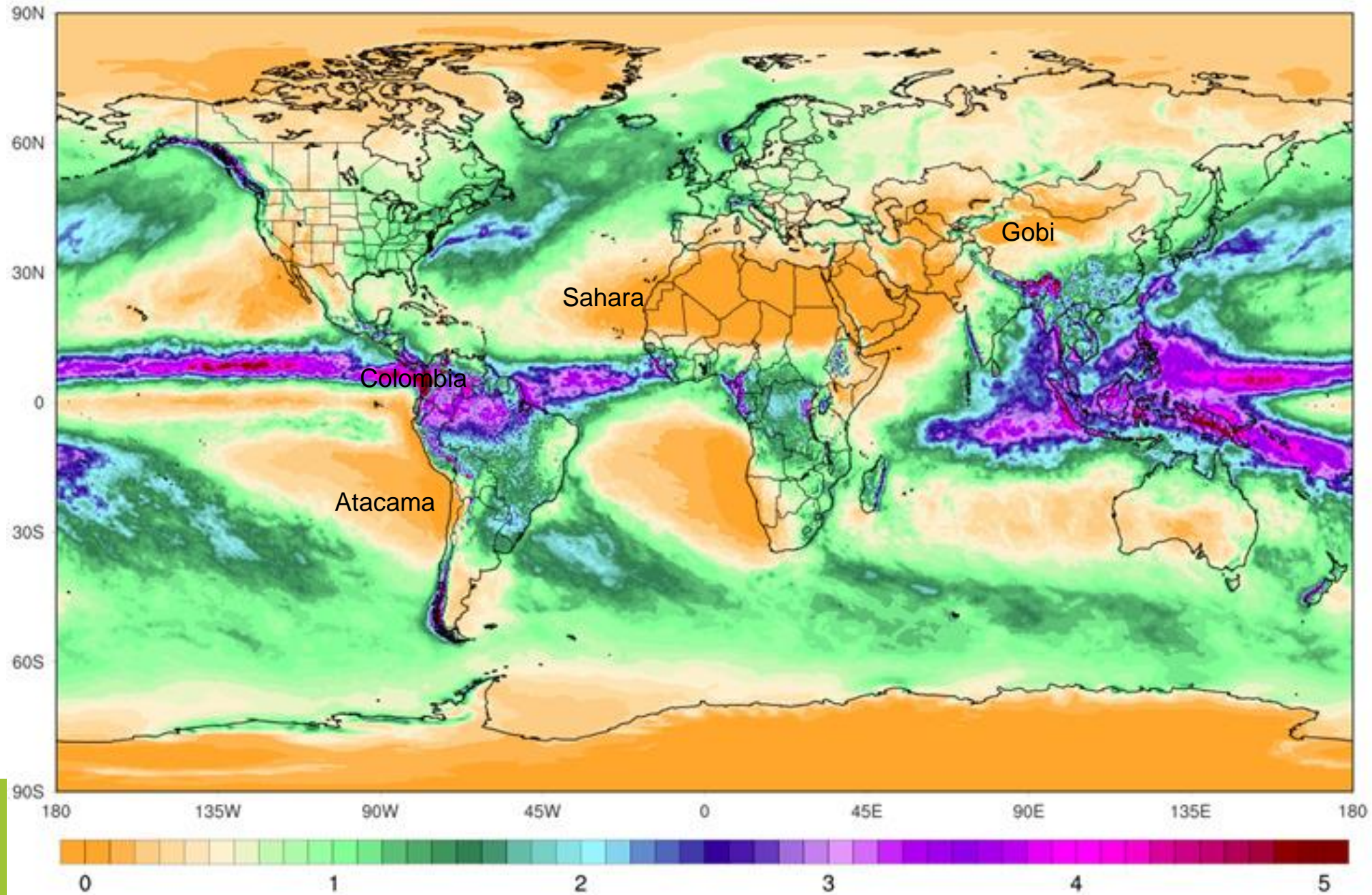
ECMWF ERA5

¿Por qué se requiere?



Ubicación geográfica

Mapa de precipitación media multianual

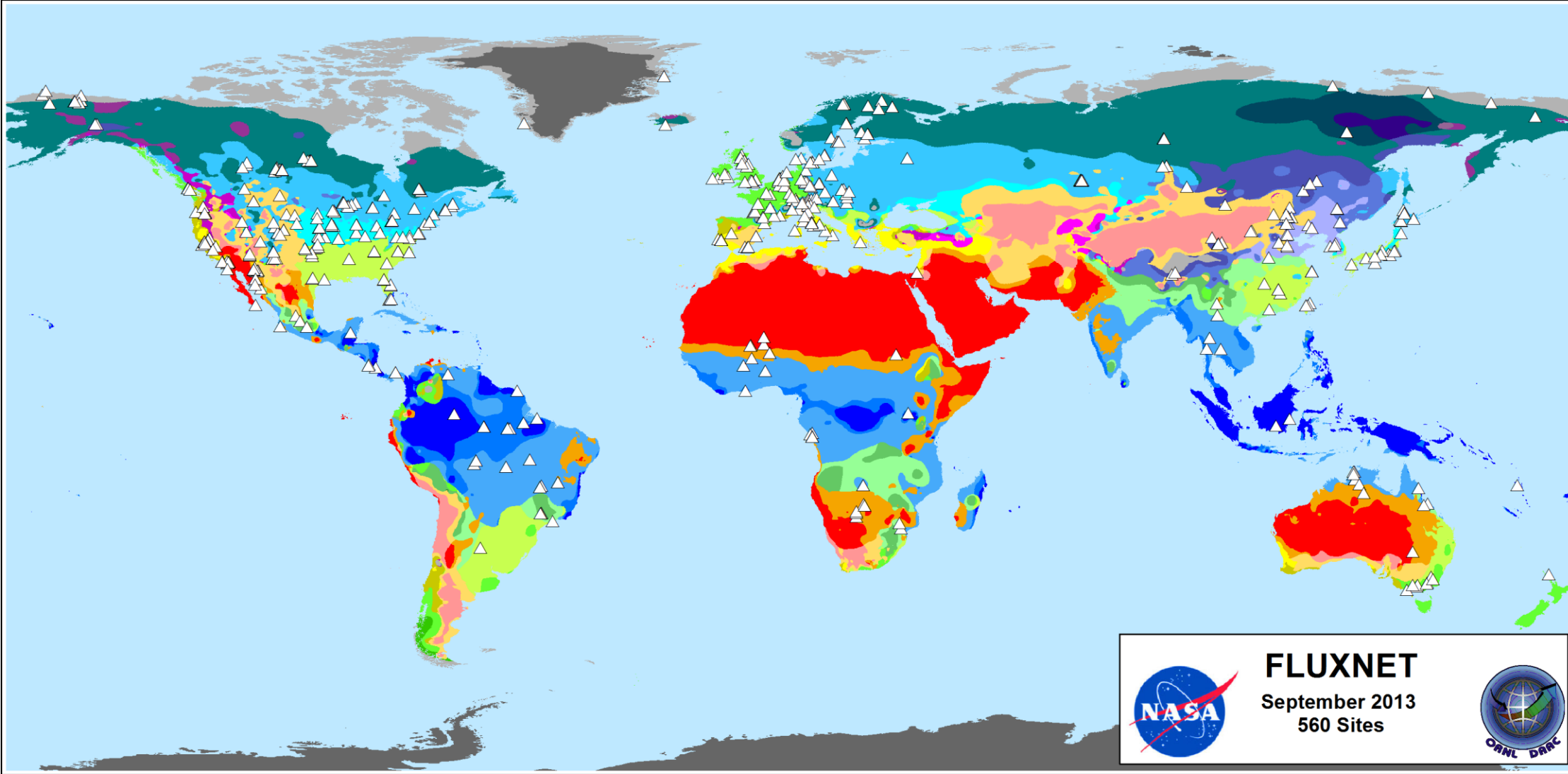


¿Por qué se requiere?



Ubicación geográfica

Clasificación climática de Köppen.





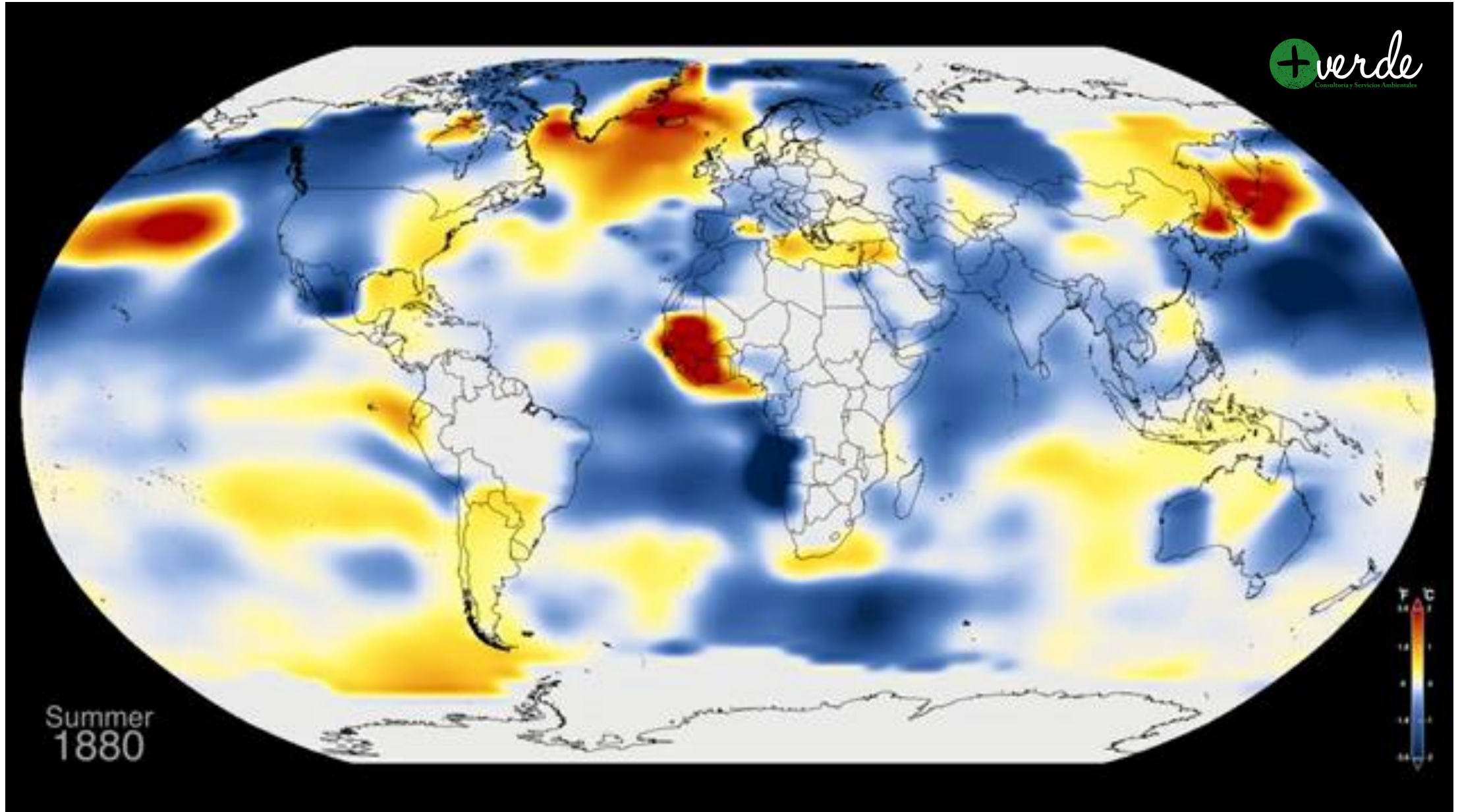
FLUXNET
September 2013
560 Sites



Köppen-Geiger Climate Classification (2006)

Af - Tropical/Rainforest	BSk - Arid/Steppe/Cold	Cfa - Temperate/Without dry season/Hot Summer	Dsd - Cold/Dry Summer/Very Cold_Winter	Dfb - Cold/Without dry season/Warm Summer
Am - Tropical/Monsoon	Temperate/Dry Summer/Hot Summer	Cfb - Temperate/Without dry season/Warm Summer	Dwa - Cold/Dry Winter/Hot Summer	Dfc - Cold/Without dry season/Cold Summer
Aw - Tropical/Savannah	Temperate/Dry Summer/Warm Summer	Cfc - Temperate/Without dry season/Cold Summer	Dwb - Cold/Dry Winter/Warm Summer	Dfd - Cold/Without dry season/Very Cold Winter
BWh - Arid/Desert/Hot	Temperate/Dry Summer/Cold Summer	Dsa - Cold/Dry Summer/Hot Summer	Dwc - Cold/Dry Winter/Cold Summer	ET - Polar/Tundra
BWk - Arid/Desert/Cold	Cwb - Temperate/Dry Winter/Warm Summer	Dsb - Cold/Dry Summer/Warm Summer	Dwd - Cold/Dry Winter/Very Cold Winter	EF - Polar/Frost
BSh - Arid/Steppe/Hot	Cwc - Temperate/Dry Winter/Cold Summer	Dsc - Cold/Dry Summer/Cold Summer	Dfa - Cold/Without dry season/Hot Summer	ET - Polar/Tundra
				EF - Polar/Frost

¿Por qué se requiere?: cambio climático como factor en las precipitaciones extremas



04 Contenido del estudio



Generalidades 01

Objeto de los estudios de inundabilidad para la viabilidad técnica y económica, estudio de prefactibilidad y/o diseño básico hidráulico u otro.

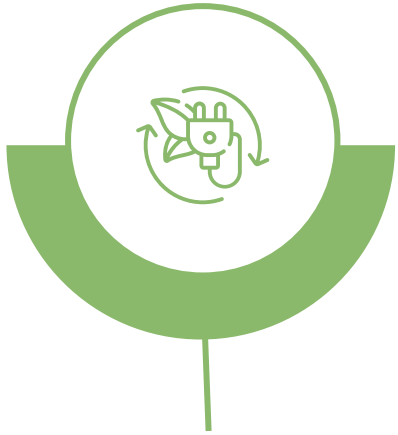
Estudio Hidrológico 02

Estudio Hidráulico 03

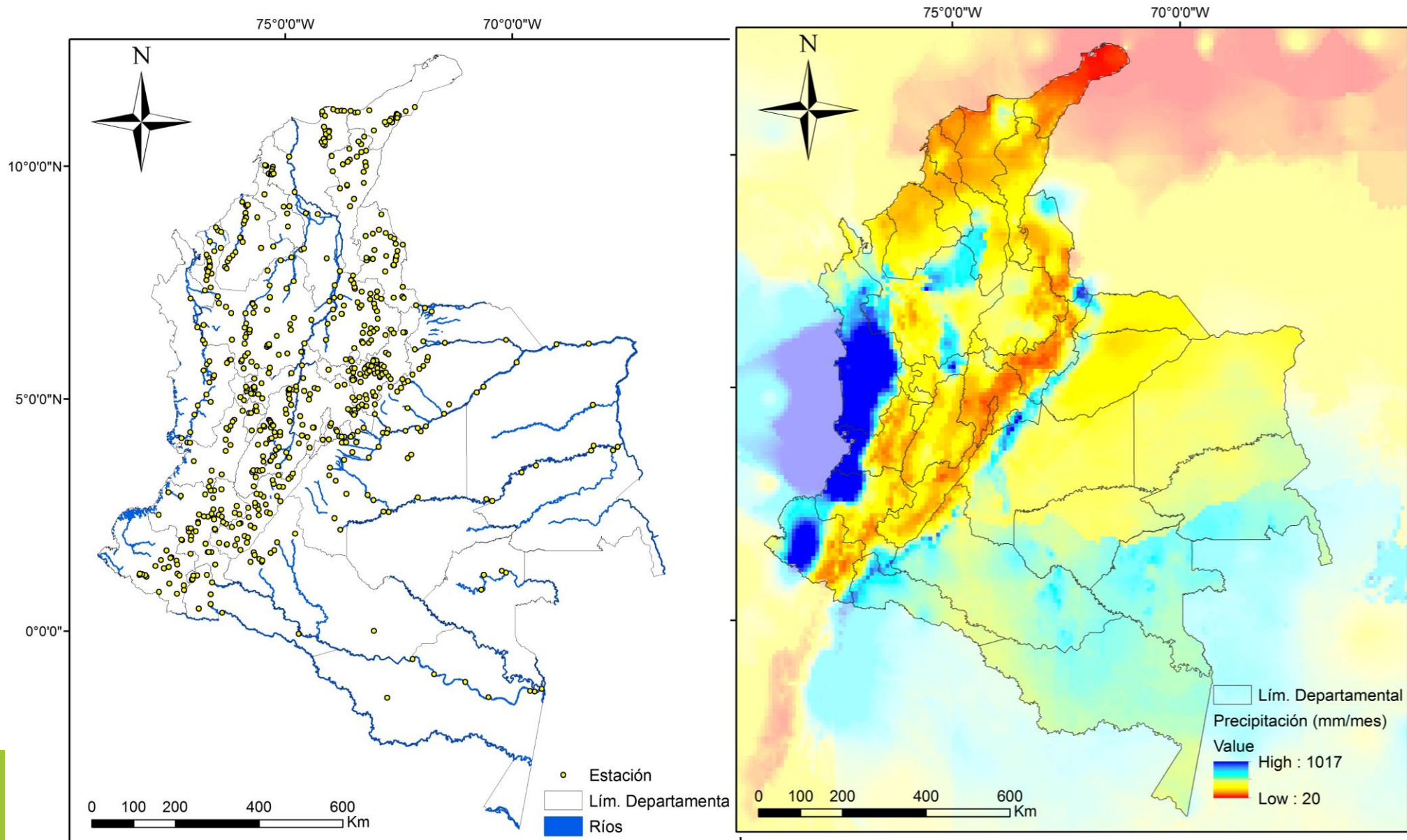
Zonificación de amenazas 04

Recomendaciones 05

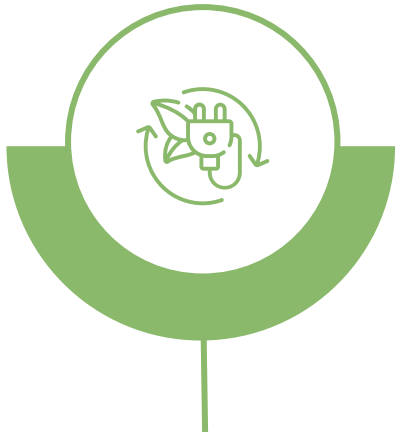
Estudio Hidrológico



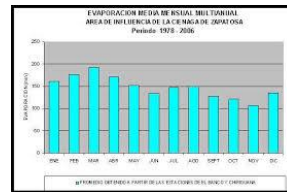
Entendimiento del sistema de drenaje, régimen de lluvias y cálculo de caudales.



Estudio Hidrológico



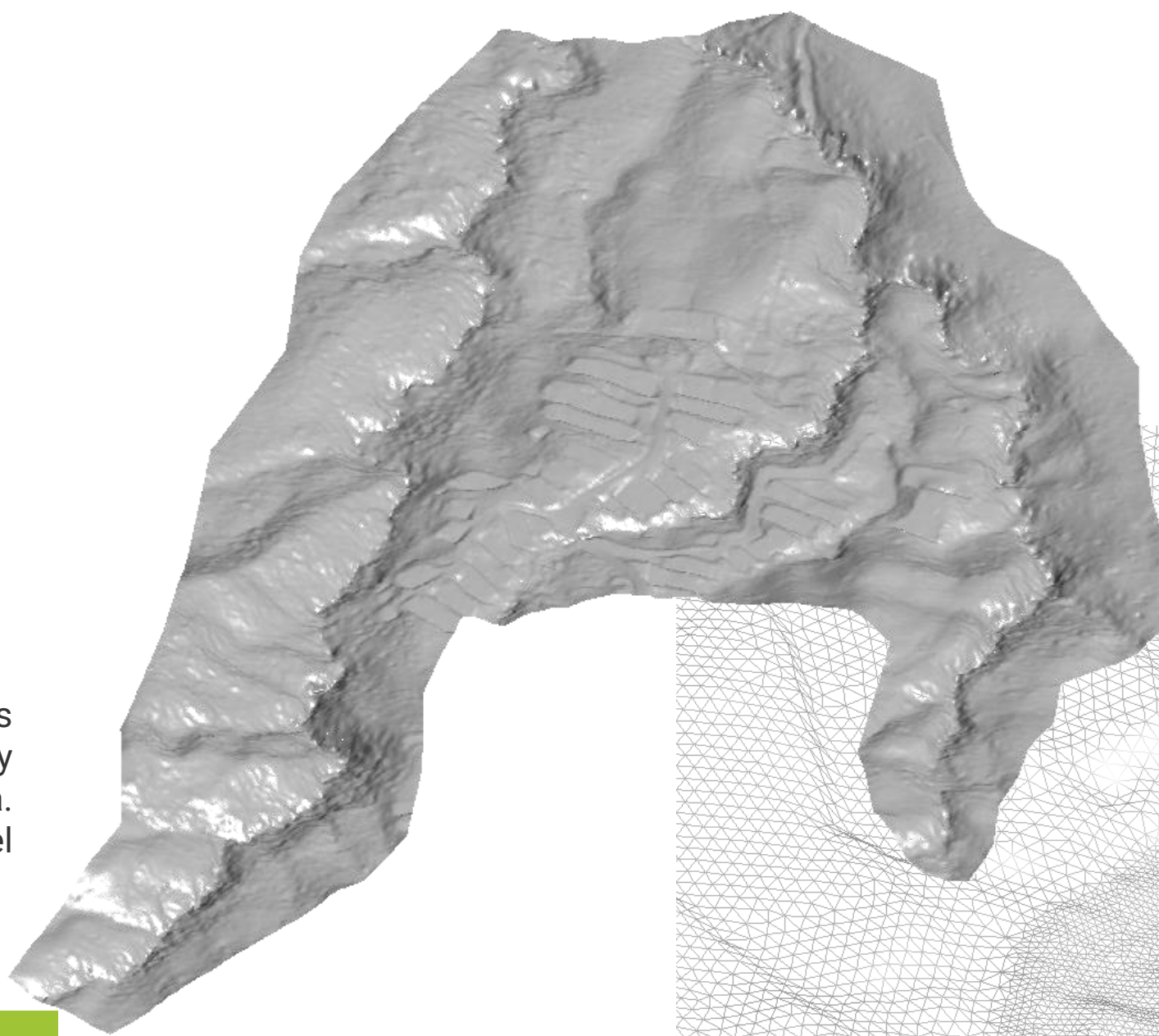
En épocas del año los terrenos están completamente secos, pero en época de lluvias no.



Estudio Hidráulico



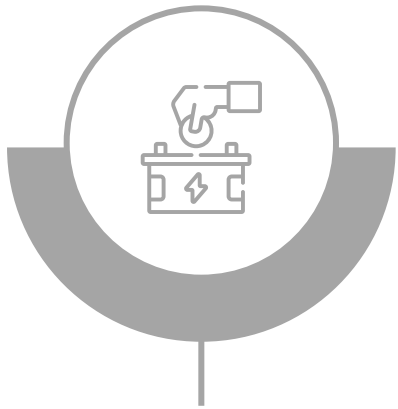
Determinar variables como: profundidad y velocidad del agua. Distribución en el terreno.



Proceso de mallado

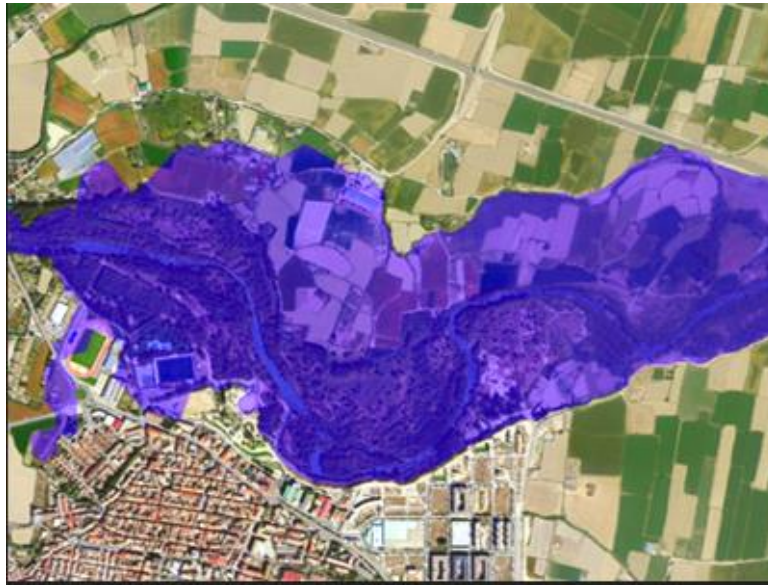


Estudio Hidráulico

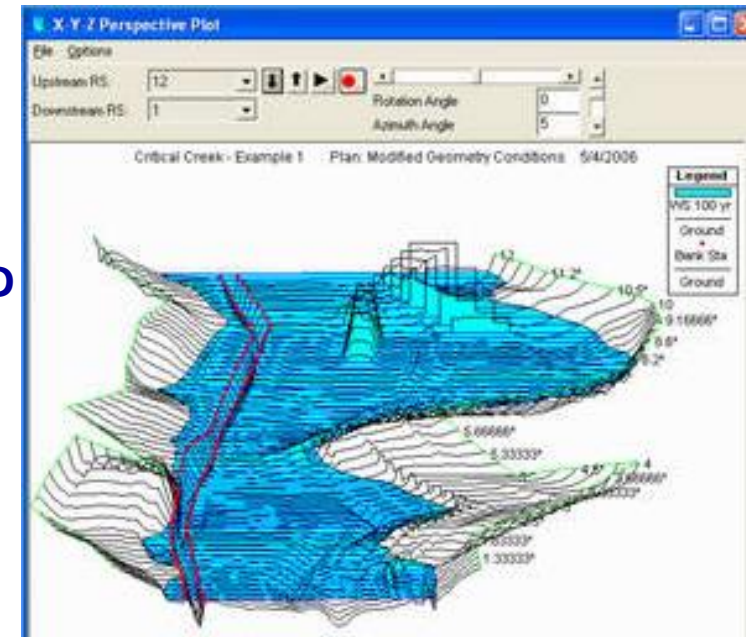


Determinar variables como: profundidad y velocidad del agua. Distribución en el terreno.

2D

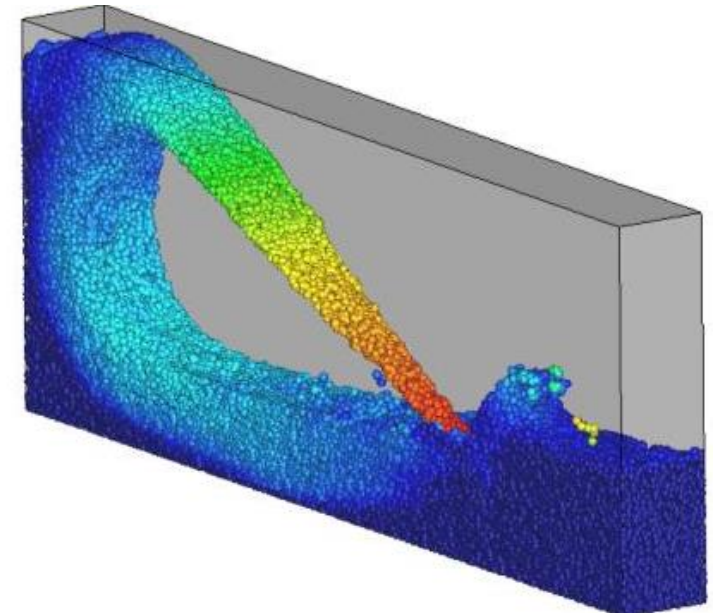


1D



3D

VELOCIDAD
4.8166
4.2814
3.7463
3.2111
2.6759
2.1408
1.6056
1.0704
0.53525
7.365e-05



Selección de un modelo matemático para el estudio de inundabilidad



¿Qué modelos hidráulicos usamos?



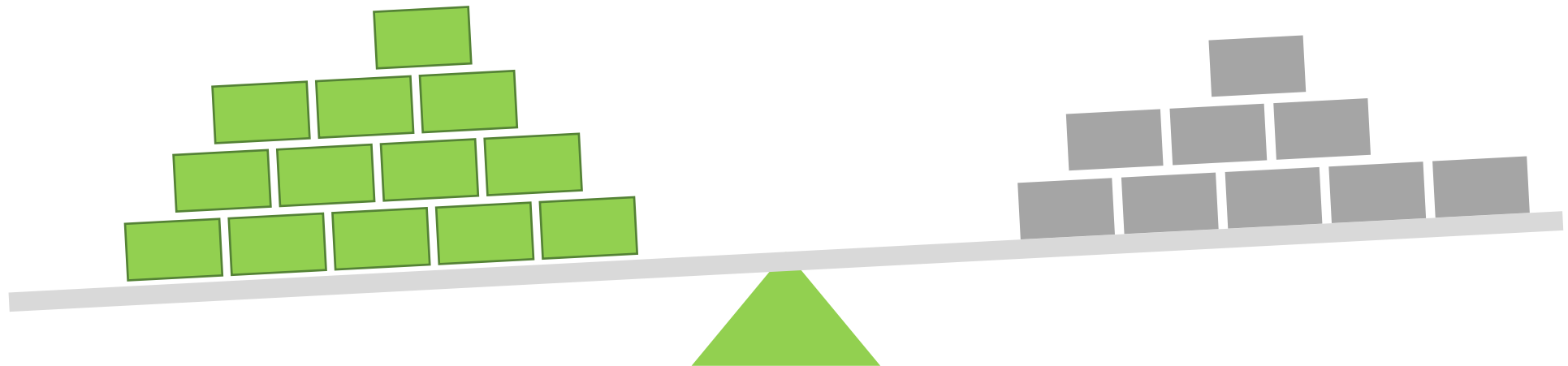
<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rasum/latest/introduction-to-hec-ras>

Hydrologic Engineering Center del United Army Corps of Engineering y el Environmental System Research Institute (ESRI).



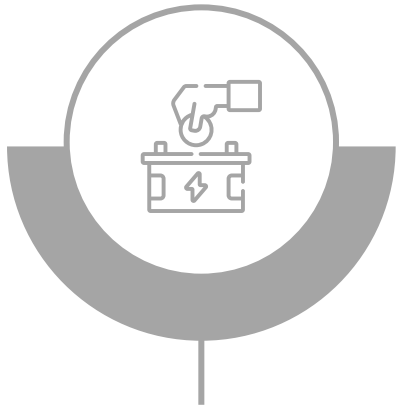
<https://iberaula.es/53/iber-model/modules>

Universidade da Coruña
Universitat Politècnica de Catalunya



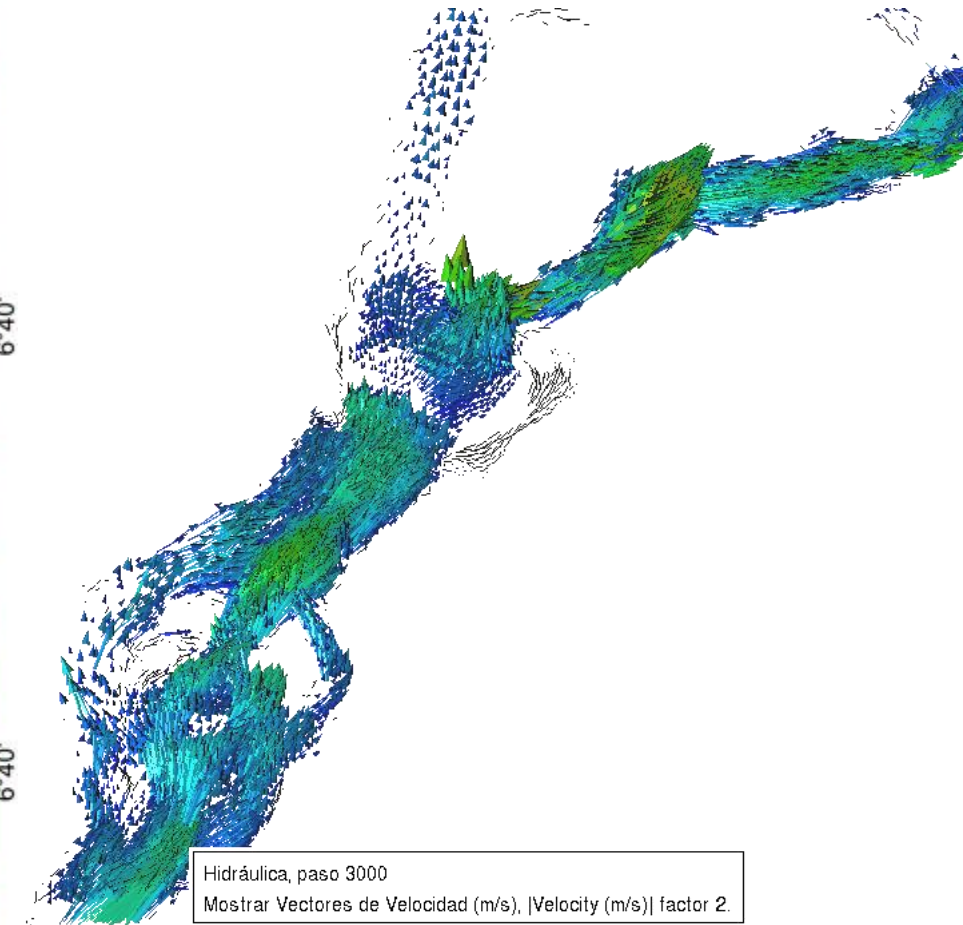
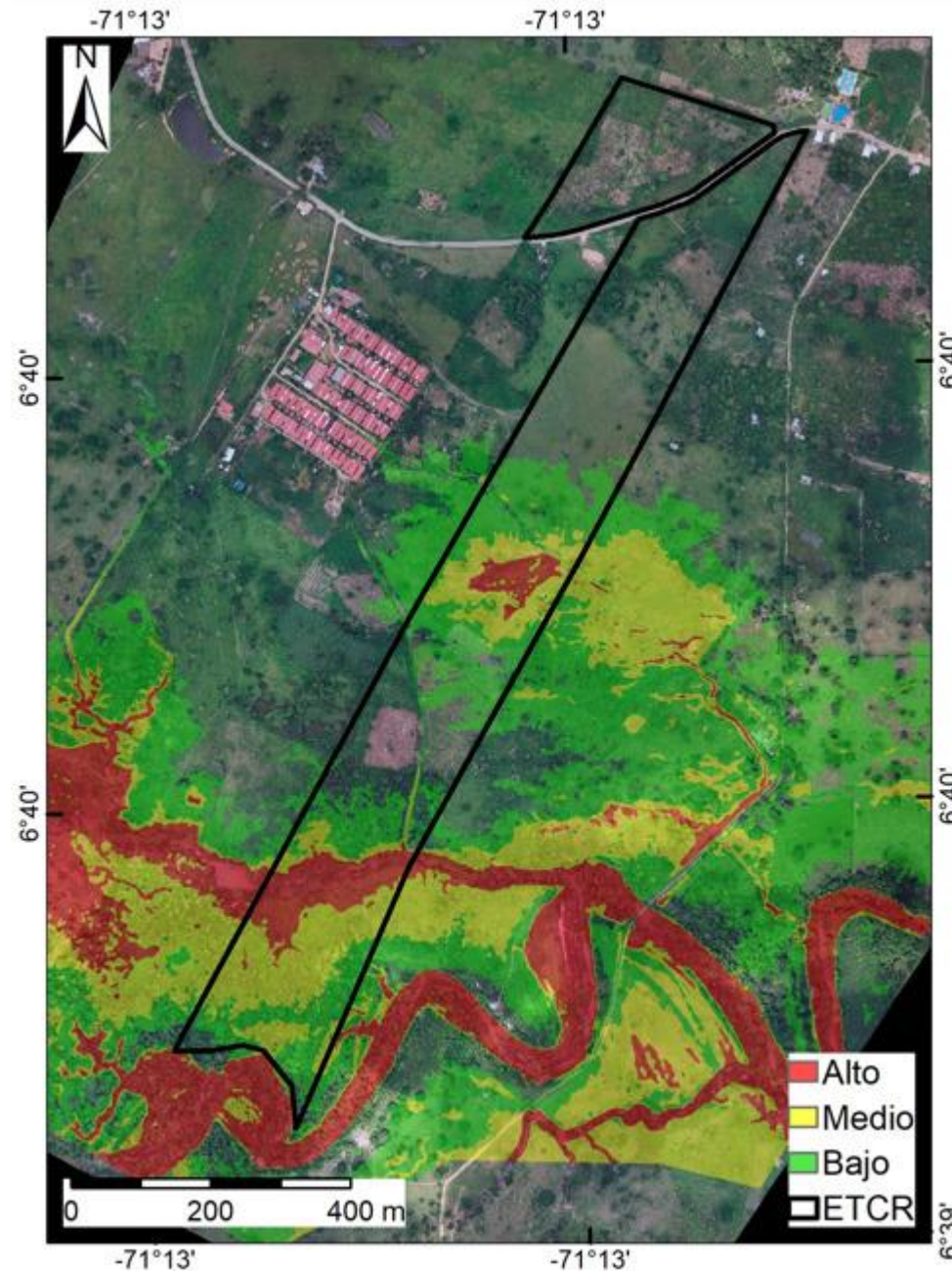
Los modelos matemáticos son herramientas numéricas que permiten entender con más detalle el comportamiento de los procesos y son una valiosa técnica para el diseño, predicción, optimización y toma de decisiones en diferentes áreas.

Zonificación de amenaza



Matriz de correlación de profundidad y velocidad. Guía IDEAM, 2014 que remite al FEMA.

Federal Emergency Management Agency (Agencia Federal de Gestión de Emergencias)





05 Casos de éxito

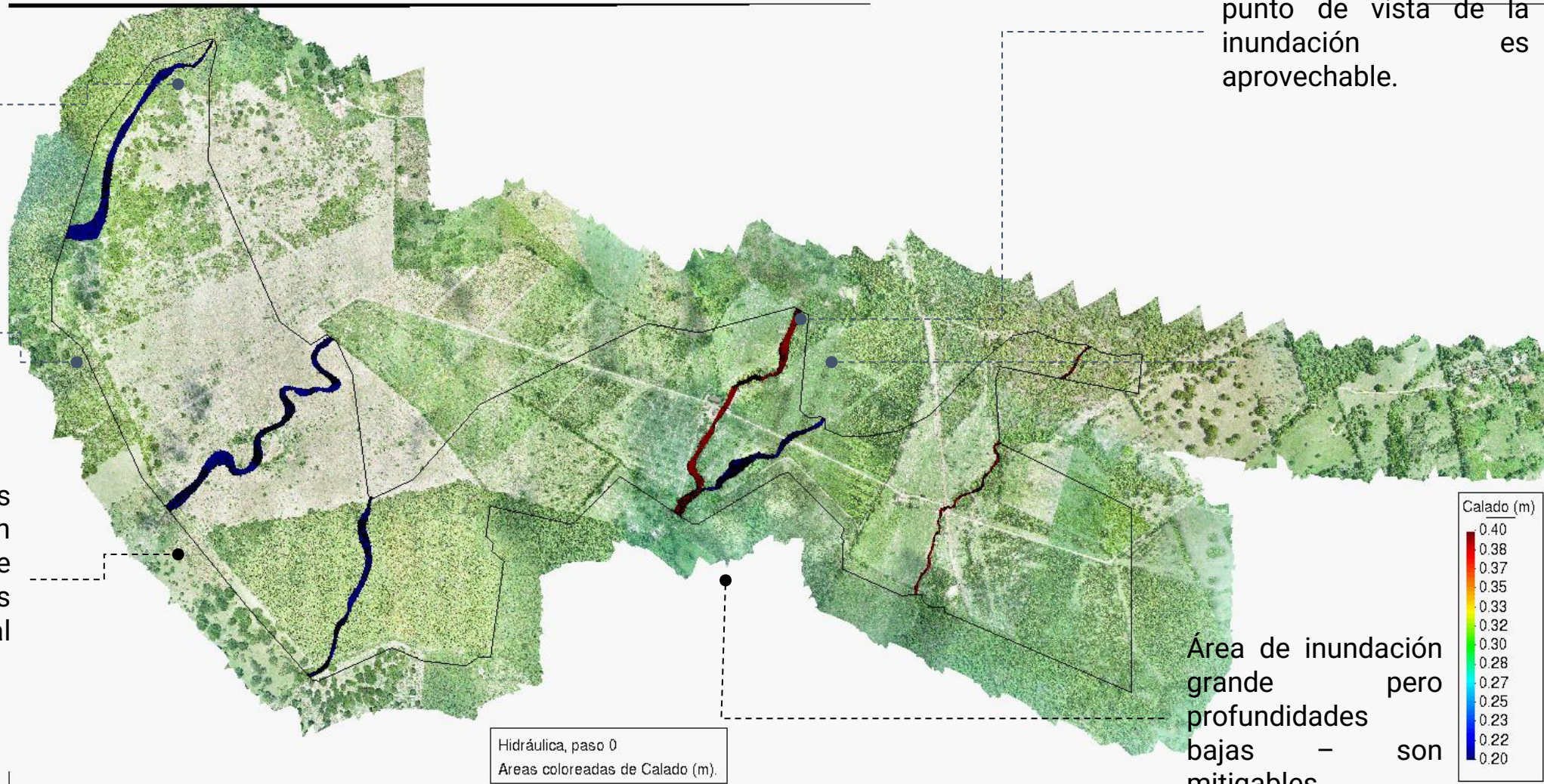


Caso de éxito 01

Influencia de 2 corrientes principales y cuatro corrientes menores.

Pendientes bajas, se ocupa gran parte del terreno.

Profundidades menores a 10 cm que son mitigables con obras de drenaje como canales conformados en material natural o plataformas.



Hidráulica, paso 0
Áreas coloreadas de Calado (m).

El 90% del área desde el punto de vista de la inundación es aprovechable.

Área de inundación grande pero profundidades bajas – son mitigables.

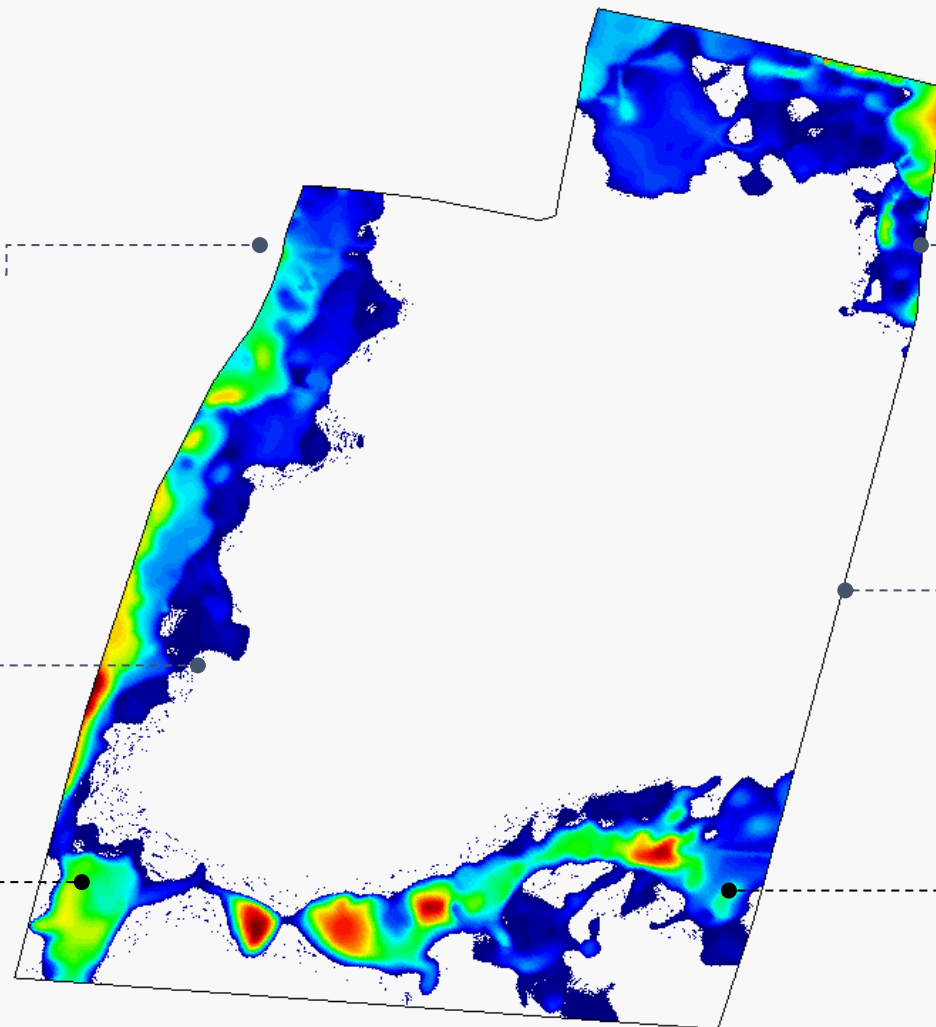
Solin, 2024

Caso de éxito 02

Proyecto influenciado principalmente por escorrentía difusa, no hay drenajes importantes, aún así, el estudio permite entender la dinámica de la escorrentía del predio, para el sistema de drenaje.

Se aprecian encharcamientos en todo el terreno.

Se propone la construcción de canales de drenaje.

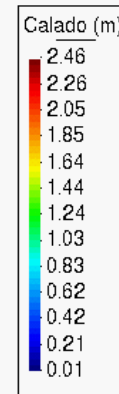


Hidráulica, paso 100
Áreas coloreadas de Calado (m).

80 % de área es viable el 20% es una zona de restricción.

Se prevé un sistema que evita los encharcamientos prolongados y no generen daños a la infraestructura.

Se confirma que las obras de drenaje pueden ser viables económicamente y por lo tanto el proyecto tiene viabilidad financiera.

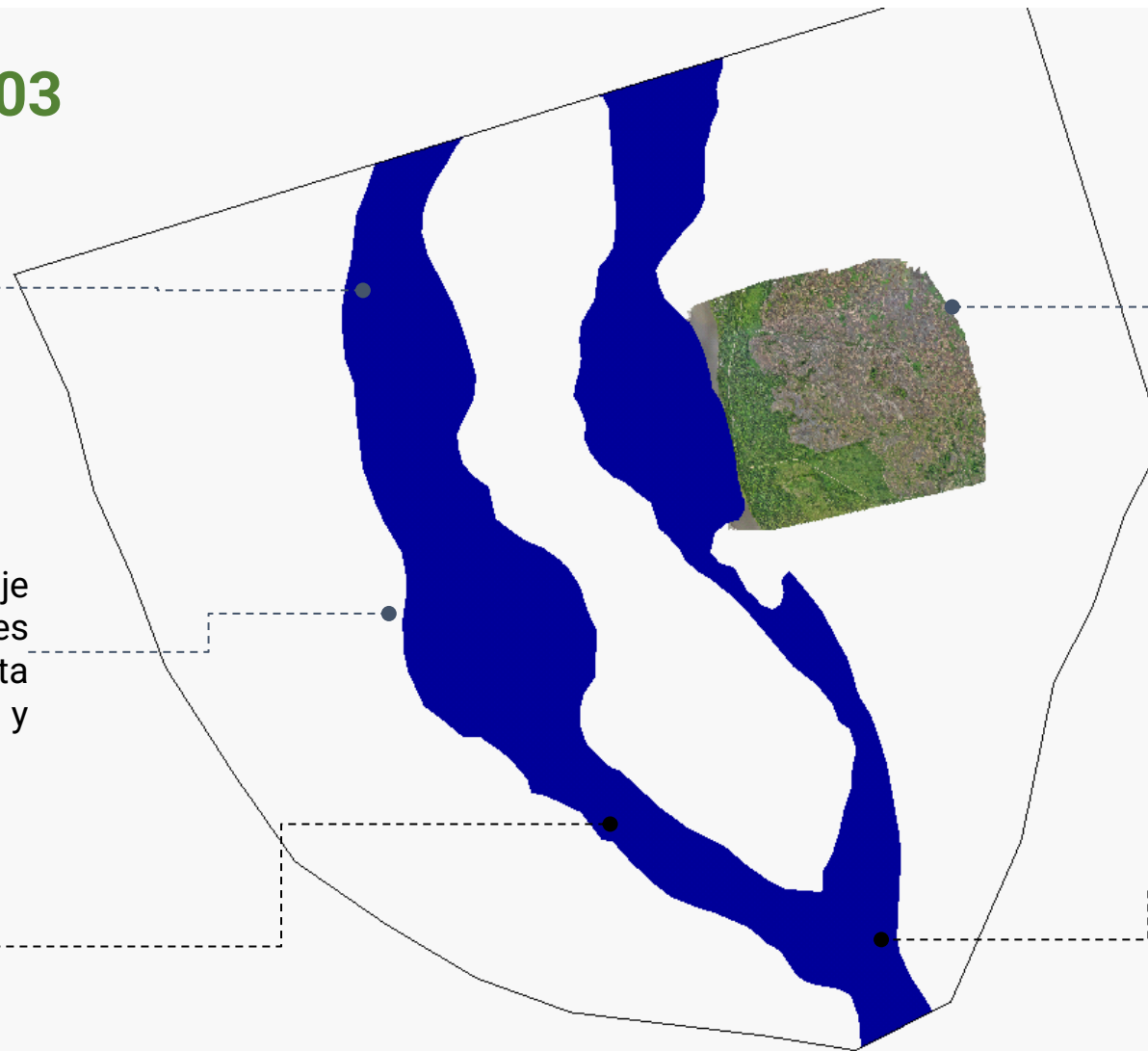
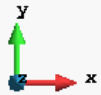


Caso de éxito 03

Área objeto de estudio está ubicada en un drenaje principal. Río Magdalena.

Construir obras de drenaje para las inundaciones ocasionadas por ésta corriente hídrica es técnica y económicamente inviable.

Para el análisis de viabilidad se sugiere un terraplén o lleno de al menos 3.3 metros.

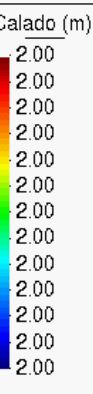


El predio no es viable, puesto que se presentan profundidades desde 3 metros de agua en adelante.

Se recomienda buscar otra área de estudio.

Pendientes muy bajas, es una zona de llanura de inundación.

Hidráulica, paso 0
Áreas coloreadas de Calado (m).

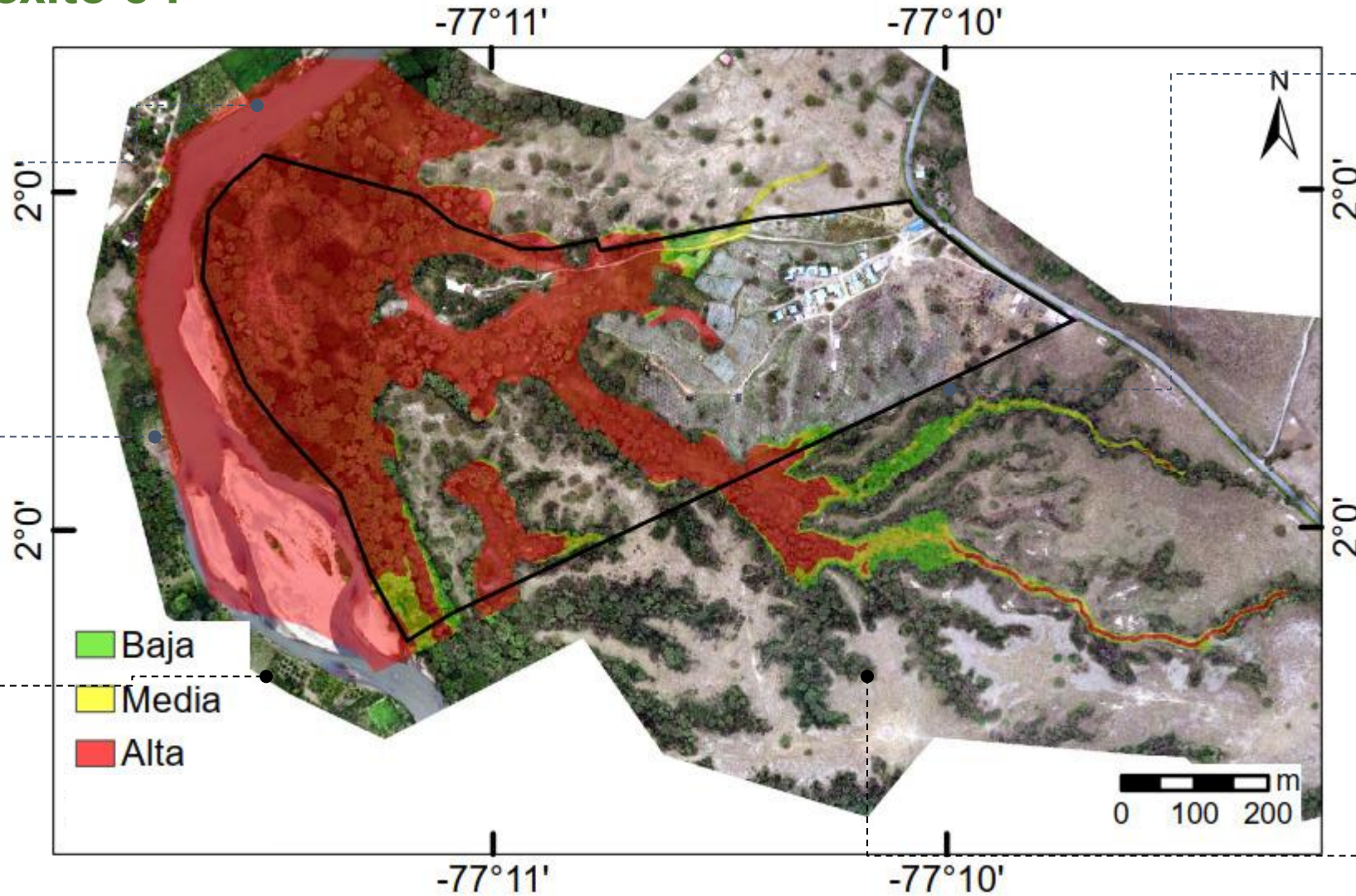


Caso de éxito 04

Predio con pendientes pronunciadas.

Influenciado por el río Patía.

La zona baja de interés es una zona de amenaza Alta por inundación.



Las obras de infraestructura se deben llevar a cabo en las zonas donde no hay presencia de amenaza Media y Alta.

En zonas de mayor pendiente se puede presentar torrencialidad.



06 Recomendaciones finales



Recomendaciones finales para viabilizar un área, ya que es no solo la radiación solar...

1

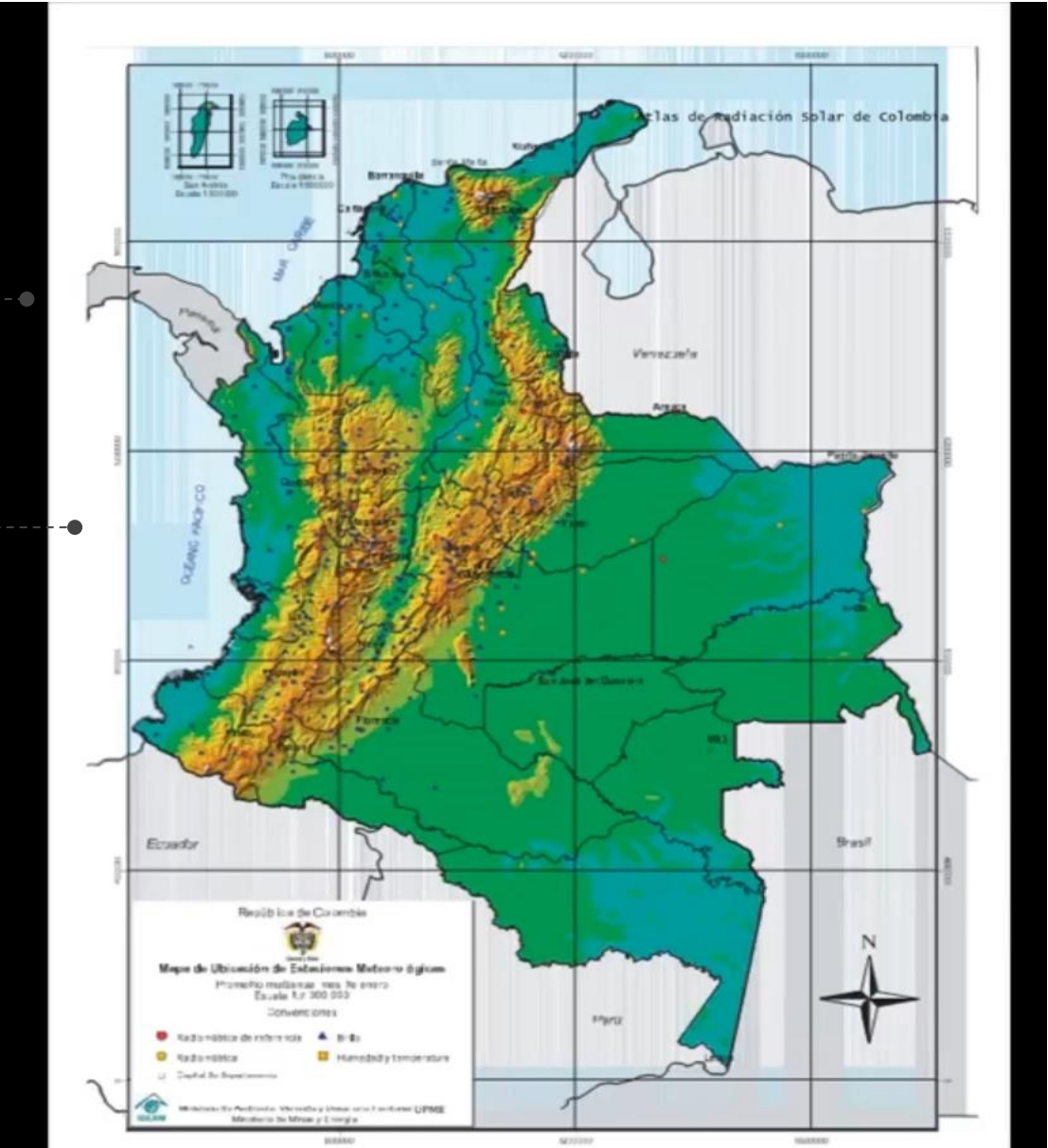
Proceso predial

2

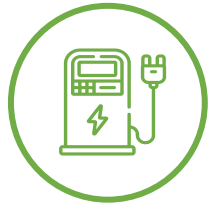
Topografía

3

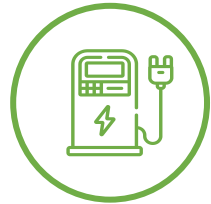
Áreas no inundables



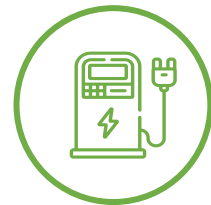
Recomendaciones finales



La disponibilidad de terrenos adecuados para la instalación de infraestructura necesaria puede ser un desafío.



Una de las principales utilidades de los estudios de inundabilidad es dar insumos para tomar decisiones sobre la viabilidad de un área con potencial para el desarrollo de un parque solar.



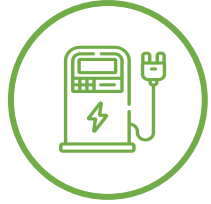
Permite identificar sitios potenciales para proyectos solares, destacando sus beneficios ambientales y energéticos.



Para viabilizar la ubicación de estos proyectos se deben llevar a cabo estudios de prefactibilidad, como el de inundación.



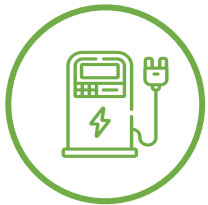
Recomendaciones finales



Para la toma de decisiones es necesario un conocimiento profundo de la cantidad de agua, los patrones de drenaje, la dinámica hídrica a largo plazo del sitio (incluyendo cambio climático).



Colombia es un país que se caracteriza por una disponibilidad hídrica alta (alto potencial hidroenergético), es necesario tener contexto de cómo esta disponibilidad puede afectar la implantación de un proyecto.



La tecnología se debe adaptar a las condiciones hidroclimáticas y geográficas.





¡Gracias!



¿Preguntas?

Angélica Salgado

3143067639

a.salgado@masverde.com.co

