

Evaluación de Amenazas Aluvionales en piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza

Resultados finales



MENDOZA
GOBIERNO



Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento Territorial

Instituto Nacional del Agua
Centro Regional Andino
(INA-CRA)

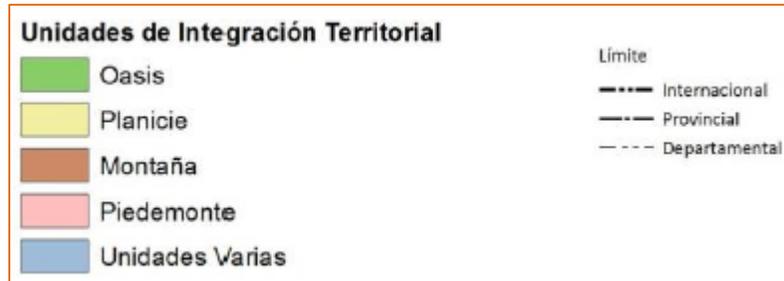
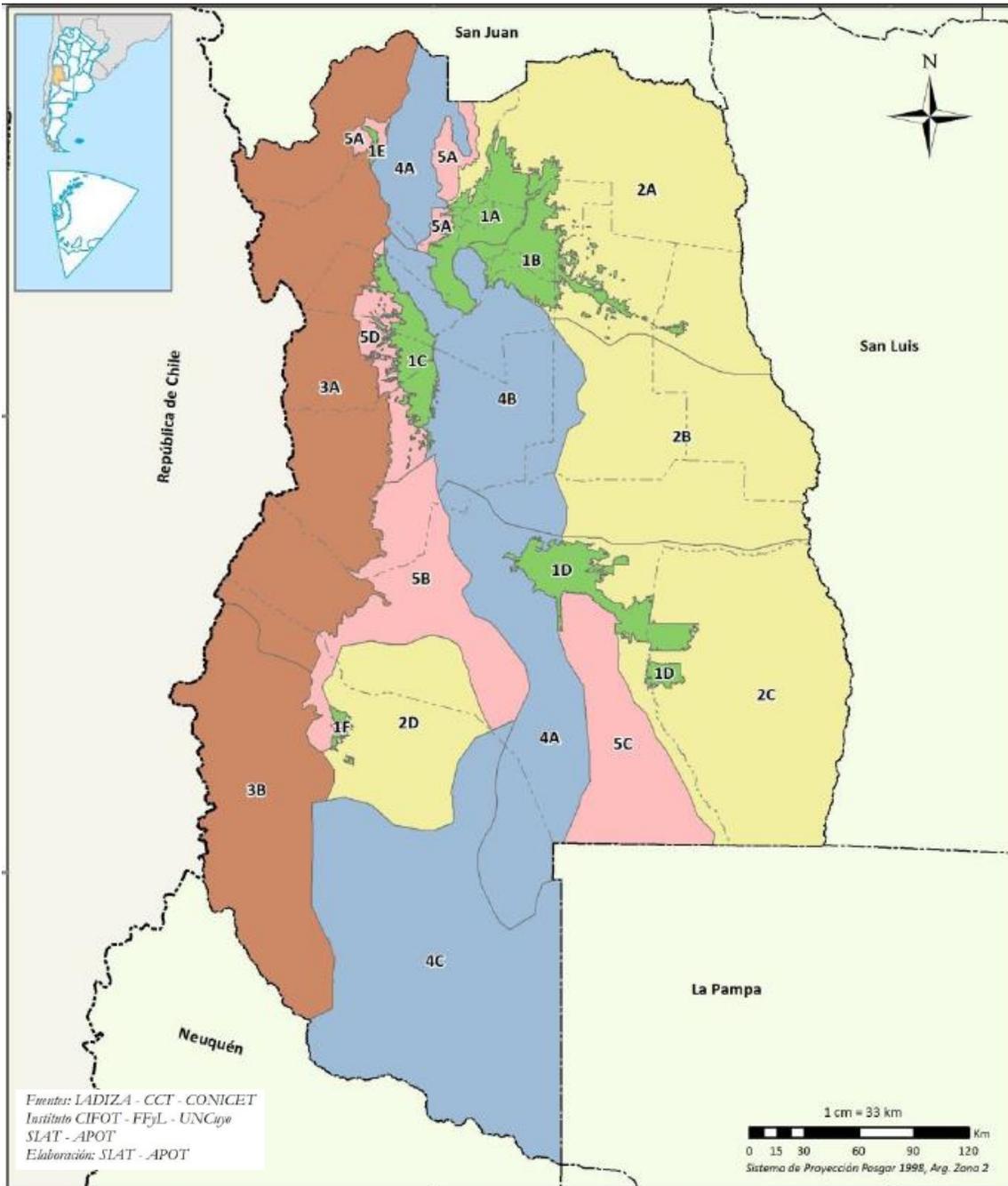


Piedemonte en toda la Provincia de Mendoza

Características según el Diagnóstico del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial Ley N° 8.999:

“Constituye un ambiente frágil e inestable debido a sus grandes pendientes, lluvias estivales violentas y concentradas, vegetación escasa y degradada, suelos no consolidados y acelerados procesos de erosión, principalmente hídrica. Los niveles de erosión están disectados por torrentes temporarios, ríos secos o uadis que encauzan el escurrimiento en forma lineal y sólo aportan caudales esporádicos durante las intensas precipitaciones estivales”.

UIT 5A: Piedemonte del AMM



**Problemática
Piedemonte UIT5A
"Piedemonte del AMM"**

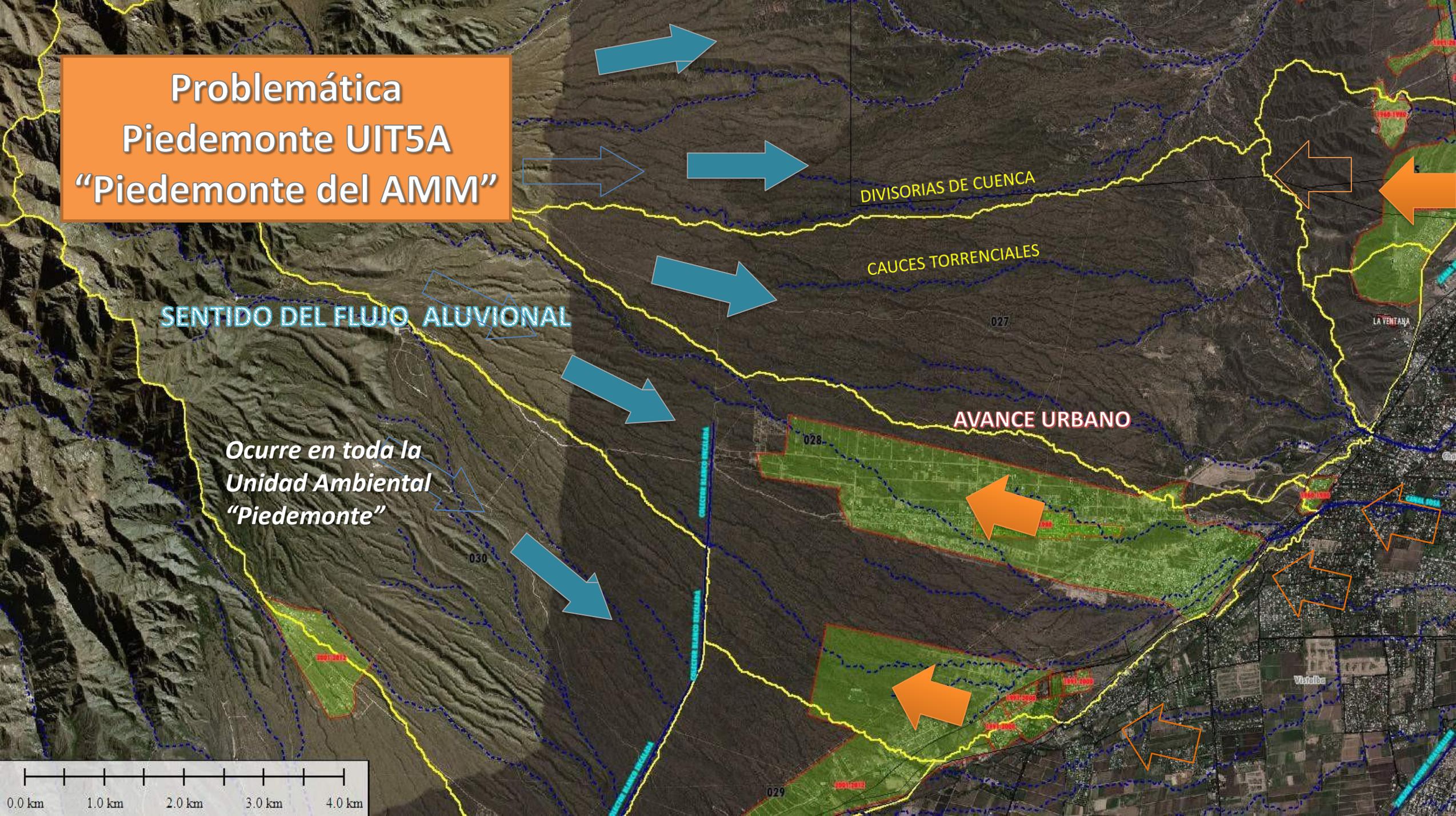
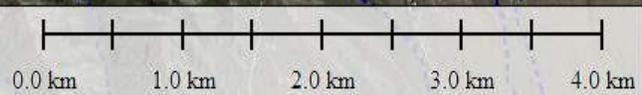
SENTIDO DEL FLUJO ALUVIONAL

*Ocurre en toda la
Unidad Ambiental
"Piedemonte"*

DIVISORIAS DE CUENCA

CAUCES TORRENCIALES

AVANCE URBANO



Antecedentes de planificación del PAMM

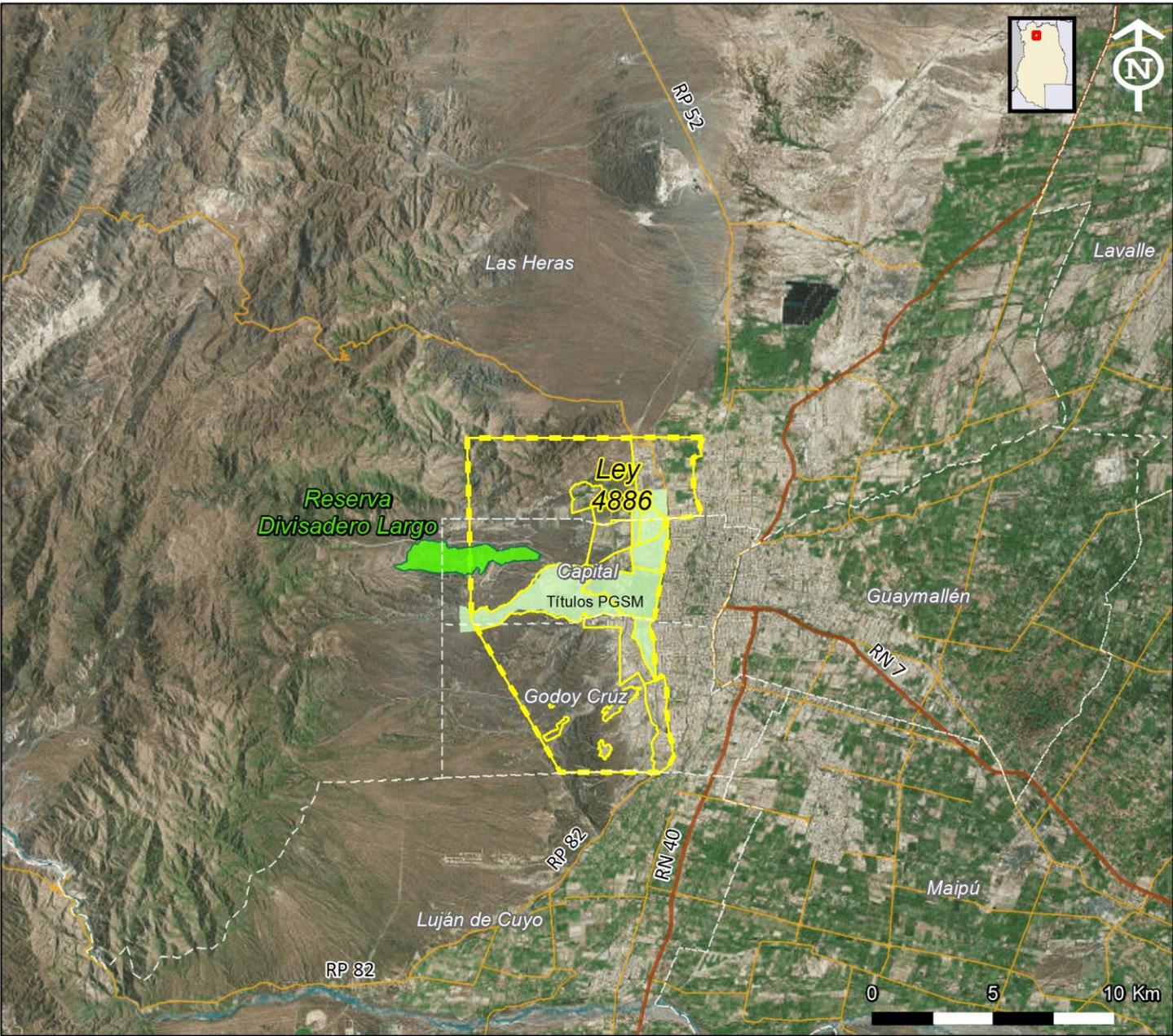
- Ley N° 4.886 de 1983 – Autoridad de Aplicación: “**Organismo Consultor del Oeste**” conformada por **Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia y Municipios:** Capital, Godoy Cruz y Las Heras
- Ley N° 5.804 de 1991 – Autoridad de Aplicación: **Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda**
- Decreto Reglamentario N° 1.077/95: **Comisión de Piedemonte**
- Ley N° 5.961 de 1992: Ley de Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente: **Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda, y municipios.**

Antecedentes de planificación del PAMM

- Ley N° 8.051 de 2009 – Autoridad de Aplicación: **Secretaría de Medio Ambiente y Municipios.**
Considerada como área sujeta a un régimen especial de planificación
- Ley N° 8.999 de 2017 – Autoridad de Aplicación: **SAYOT, Municipios.** Área Sujeta a Regímenes Especiales y delimitada espacialmente.
- Decreto 219/19 – Autoridad de Aplicación: **SAYOT y Municipios.**
Suspensión por el plazo de 12 meses de los procedimientos administrativos de EIA en el Área de la Ley N° 8.999.

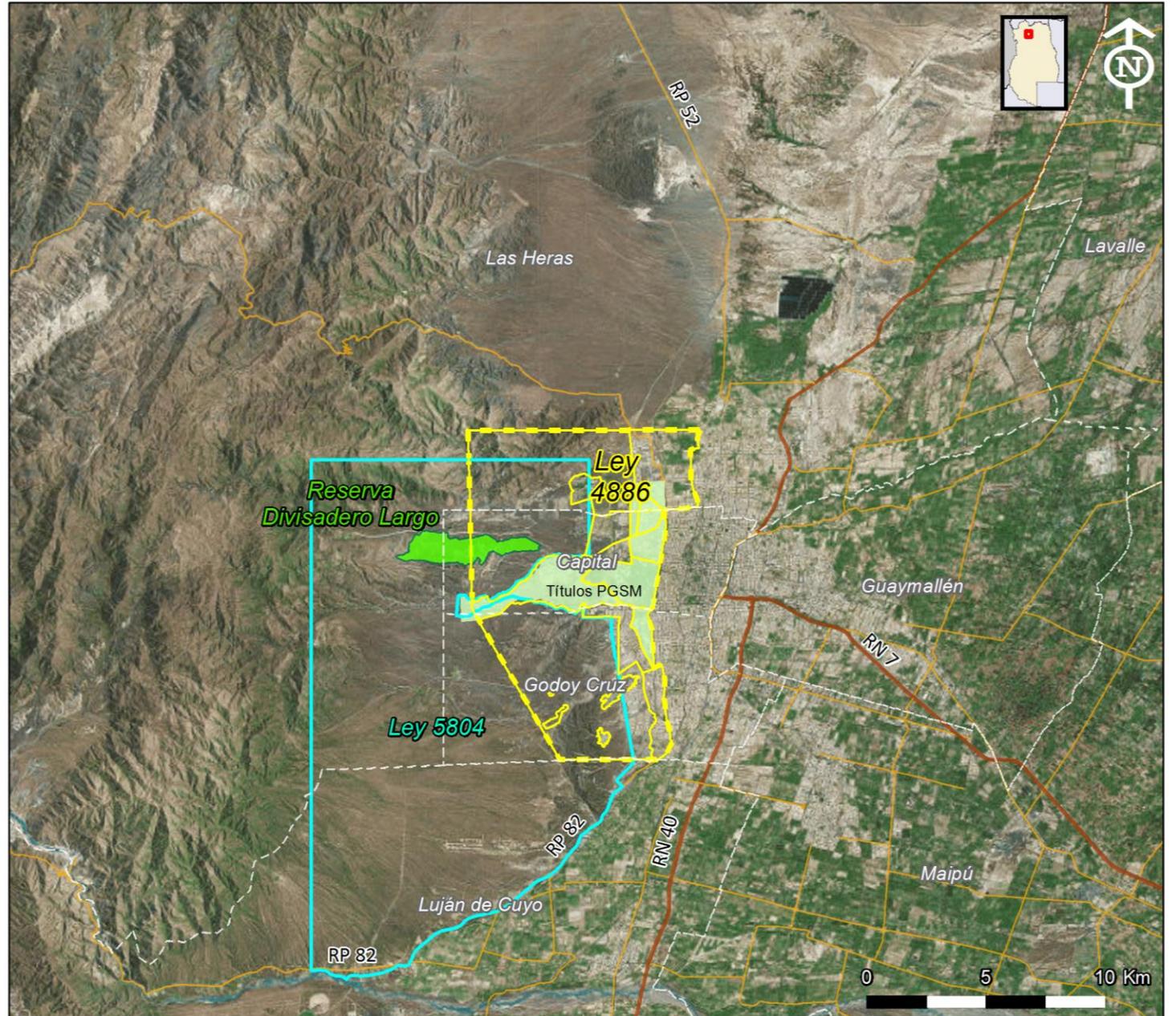
Antecedentes de planificación del PAMM

☐ Ley Nº 4.886/83



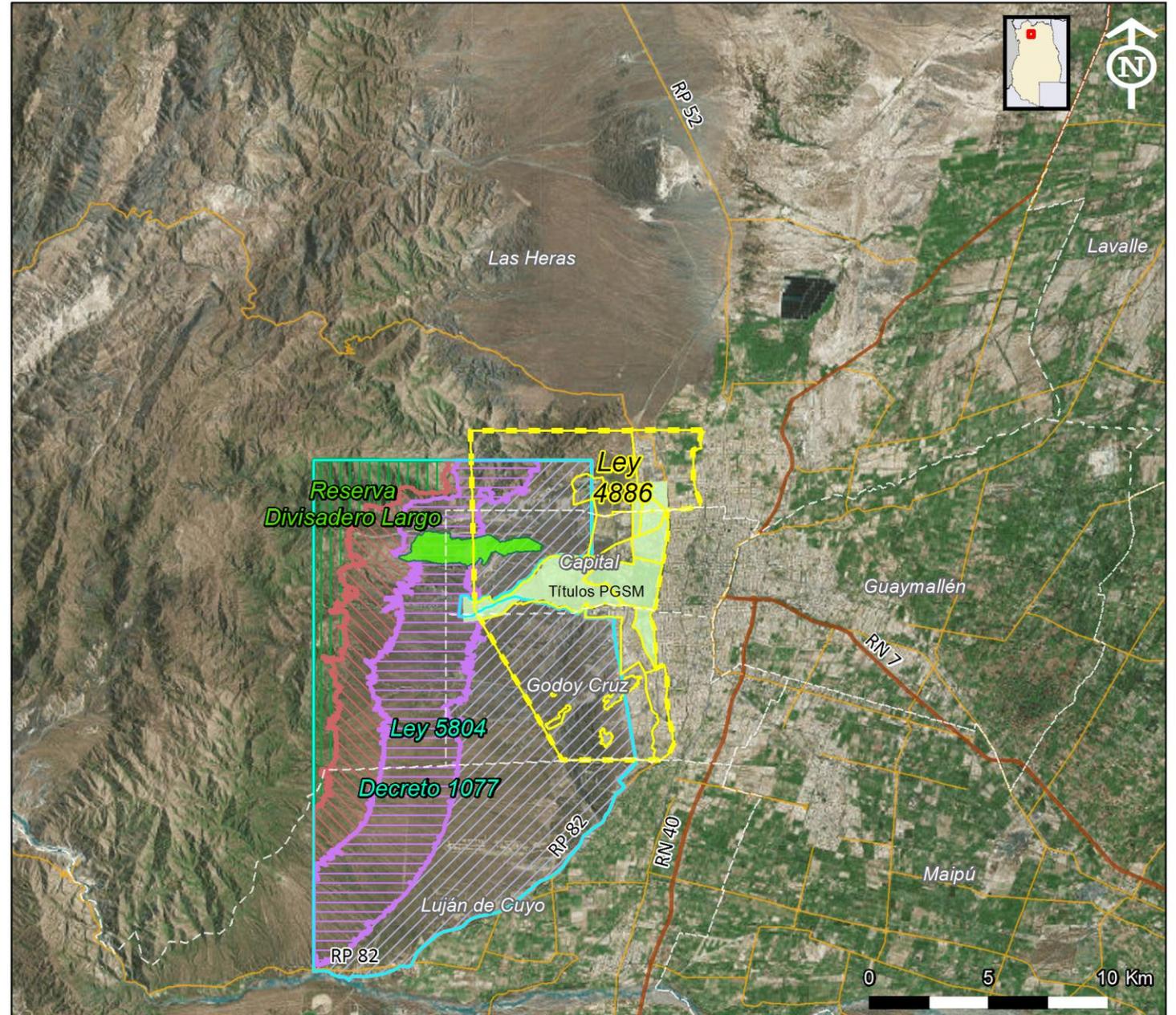
Antecedentes de planificación del PAMM

- ❑ Ley N° 4.886/83
- ❑ Ley N° 5.804/91



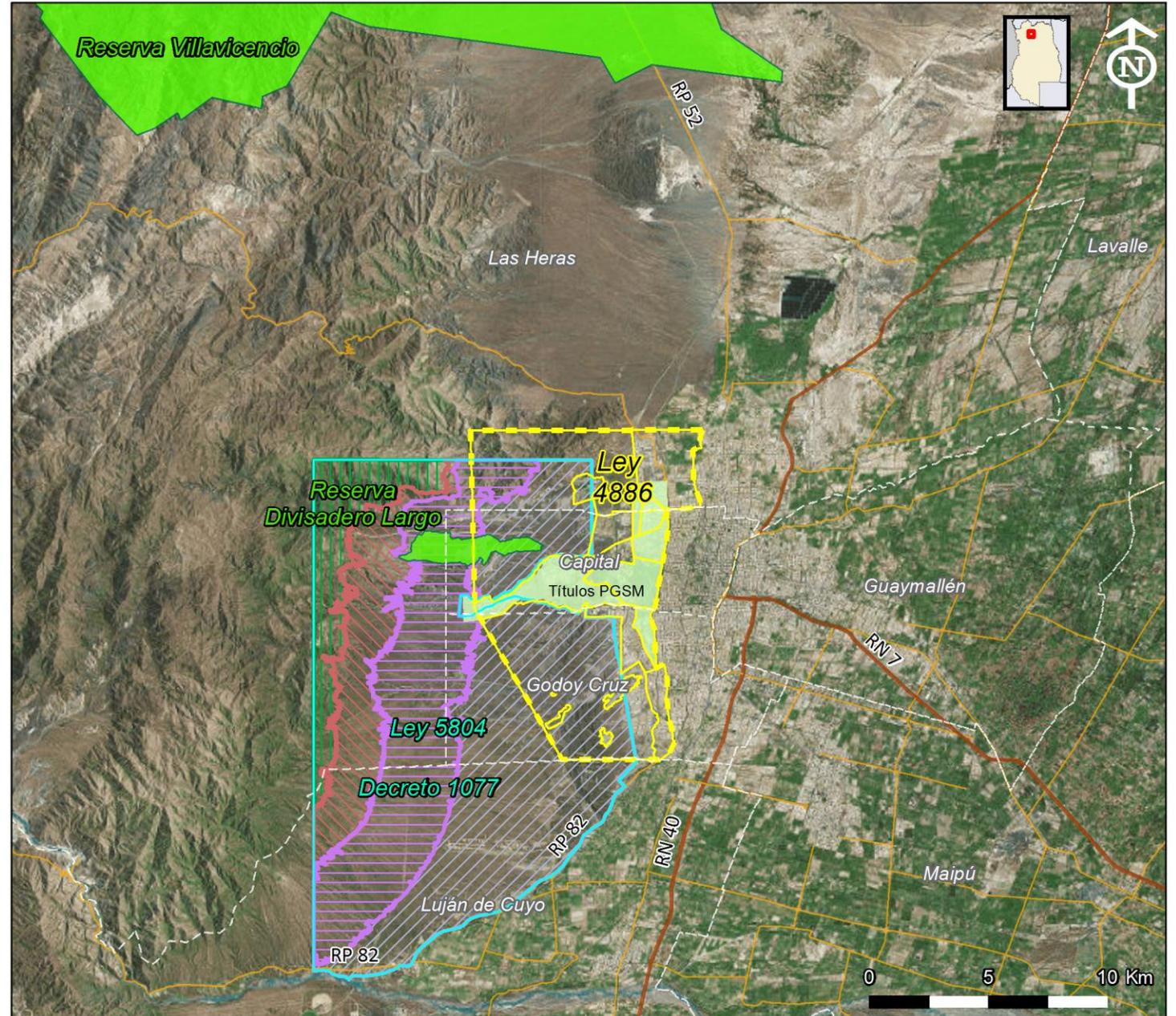
Antecedentes de planificación del PAMM

- Ley N° 4.886/83
- Ley N° 5.804/91
- Ley N° 5.961/92
- Decreto 1.077/95



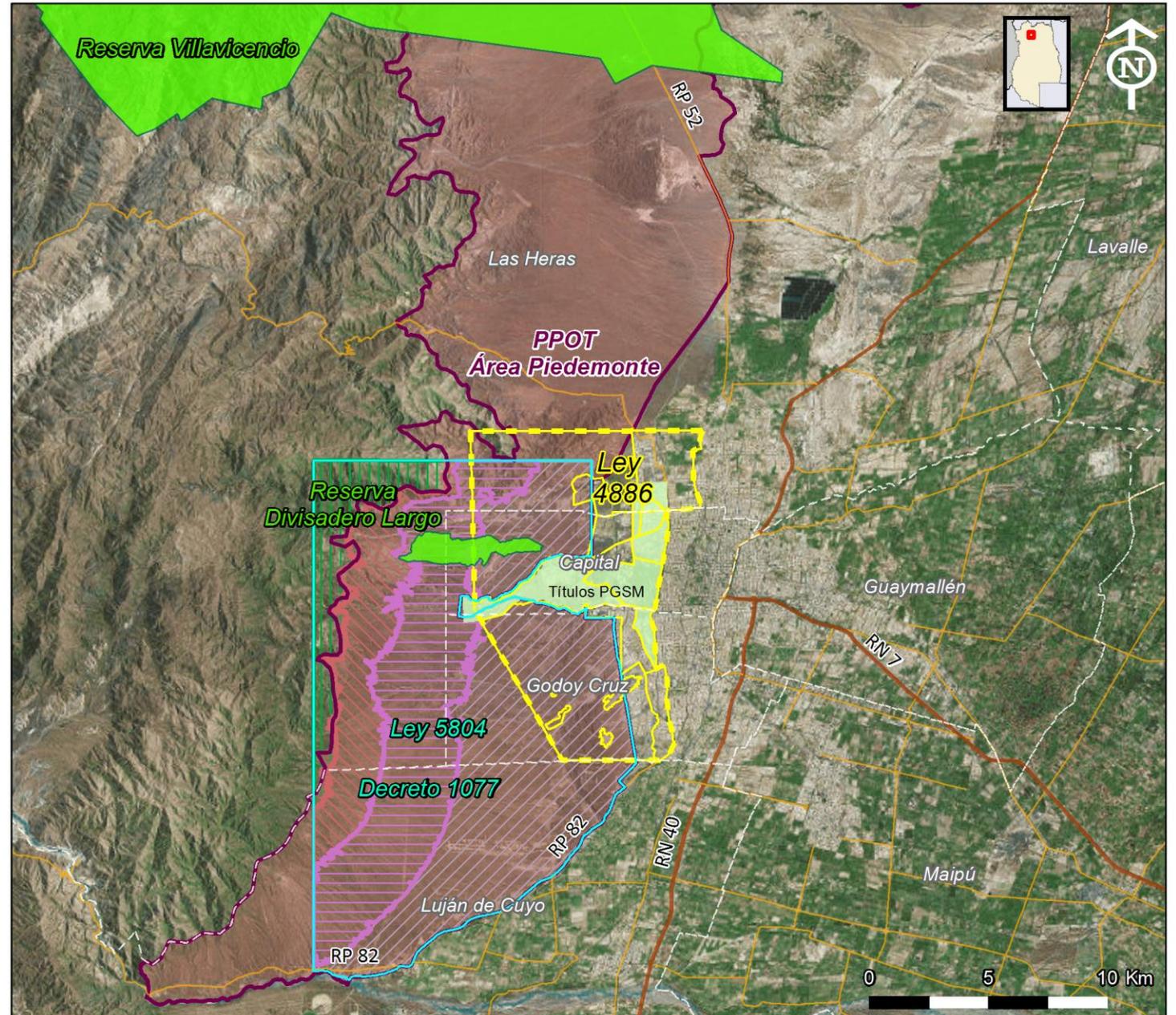
Antecedentes de planificación del PAMM

- Ley N° 4.886/83
- Ley N° 5.804/91
- Ley N° 5.961/92
- Decreto 1.077/95
- Reserva Villavicencio Res. N° 1.065/2000

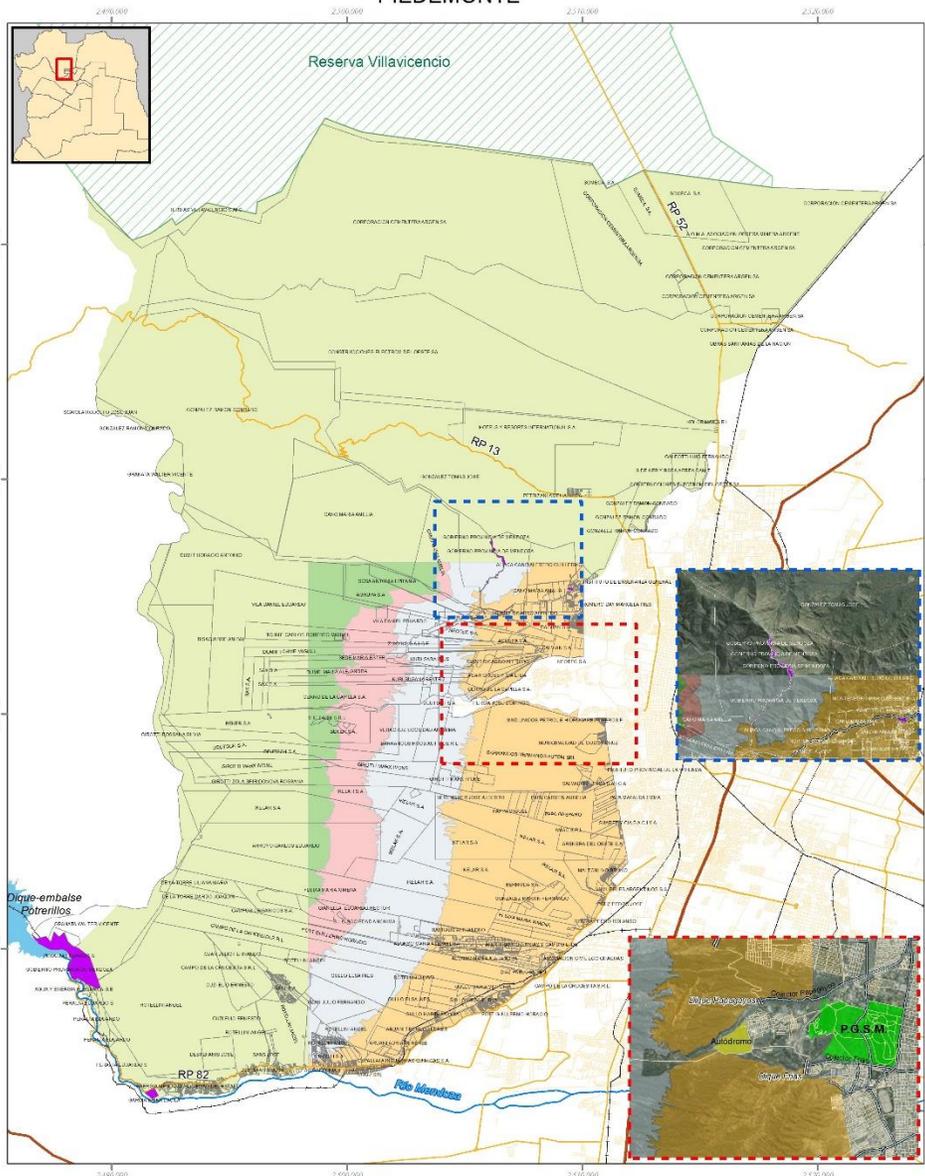


Antecedentes de planificación del PAMM

- Ley N° 4.886/83
- Ley N° 5.804/91
- Ley N° 5.961/92
- Decreto 1.077/95
- Reserva Villavicencio Res. N° 1.065/2000
- Ley N° 8.999/17 Plan Provincial de Ordenamiento Territorial
- Decreto 219/19 Emergencia Ambiental en el Piedemonte del AMM



PIEDEMORTE



- Decreto 1077 (Ley 5804)
- Zona de Expansión Urbana Inminente
 - Zona de Amortiguación Externa
 - Zona de Amortiguación Interna
 - Zona de Máxima Naturalidad
 - Área complementaria a Decreto 1077 (Ley 5804)

- Parcela
- Titular: Gob. de Mendoza
- Red ferroviaria
- Ruta:
 - Nacional
 - Provincial

- Calle
- Río
- Embalse
- Dique de contención aluvional
- Colector aluvional

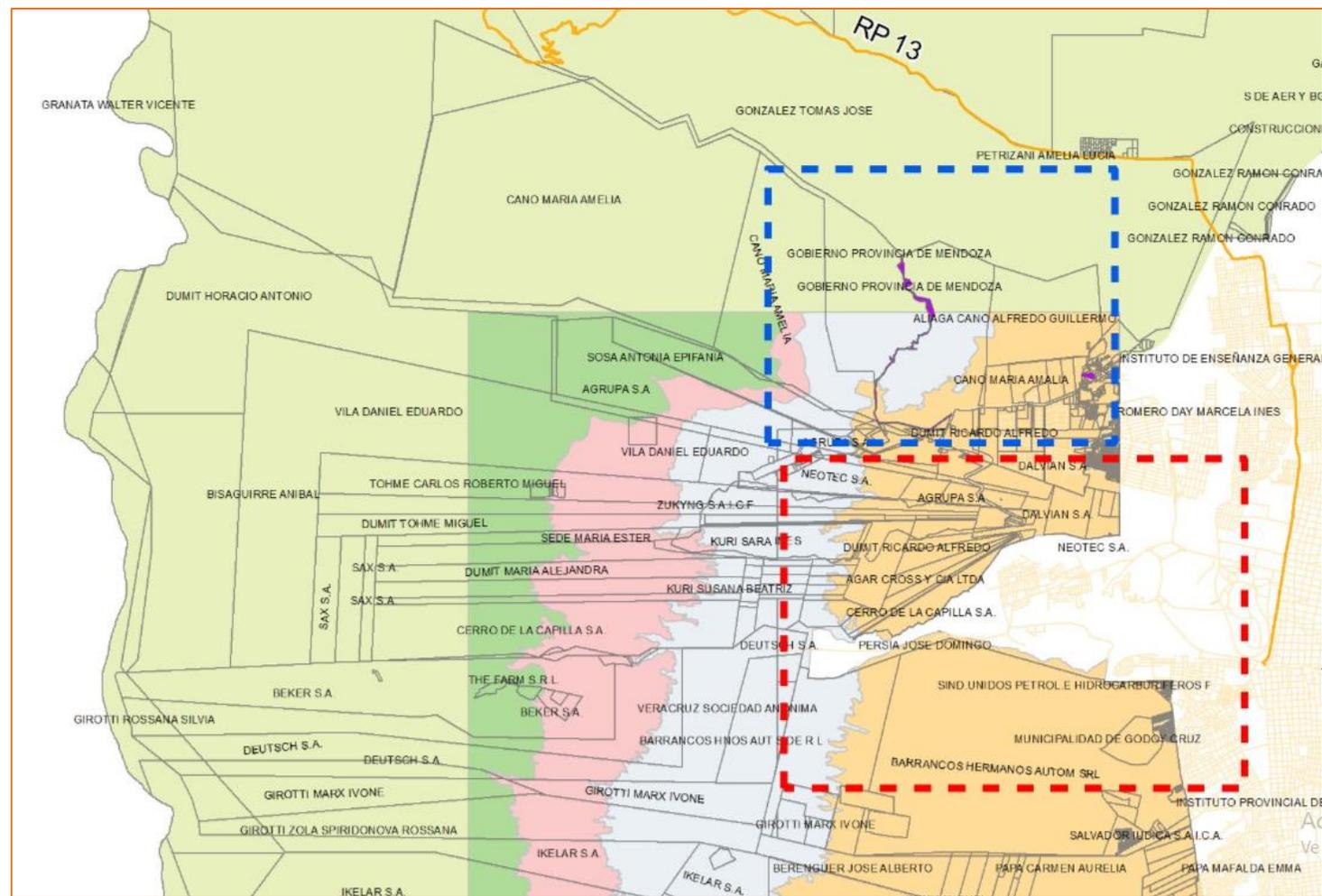
Fuente: Ley 5804, DGC, DGI, DPV, DH, IGIN, SAYOT, APOT-SIAT
Elaboración: APOT-SIAT

0 1 2 4 6 8 km

Sistema de Proyección POSGAR 86, Zona 2

Parcelario del Área de Piedemonte del AMM

Excepto algunas propiedades de dominio privado del Estado (del Gobierno de la Provincia), el IPV, Divisadero Largo y el título Parque, el Piedemonte es mayoritariamente **propiedad privada**.



Objetivos del Estudio de Evaluación de Amenazas

Objetivo Estratégico: *Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de la Provincia de Mendoza frente al cambio climático (CC) a través del aumento de la capacidad adaptativa en el sector hídrico.*

Objetivo Principal: *Detallar la amenaza hídrica en el piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza*

Objetivos Específicos

- a) *Analizar el impacto y la peligrosidad hidrológica y geomorfológica, productores de Riesgos SocioNaturales que se desarrollan en la zona del Piedemonte,*
- b) *Identificar zonas críticas en cuanto a deslizamientos, zonas inundables y erosiones; y*
- c) *Plantear acciones de mitigación, normativas y/o pautas de urbanización en el piedemonte.*

Contenido del Estudio

Introducción / Problemática / Objetivos / Metodología

1. Modelación Numérica

2. Análisis MultiEscenario

3. Evaluación MultiCriterio / Modelo AHP / Descripción Variables

4. Propuestas (*Pautas Normativas y Técnicas*)

Reflexiones y Conclusiones

“Evaluación de Amenazas Aluvionales en piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza”

Área Total de análisis: **1244 Km²**
Cantidad de Cuencas: **22 / 199 subcuencas**
Población Directa: **+10.000 flias**

Área de Estudio:

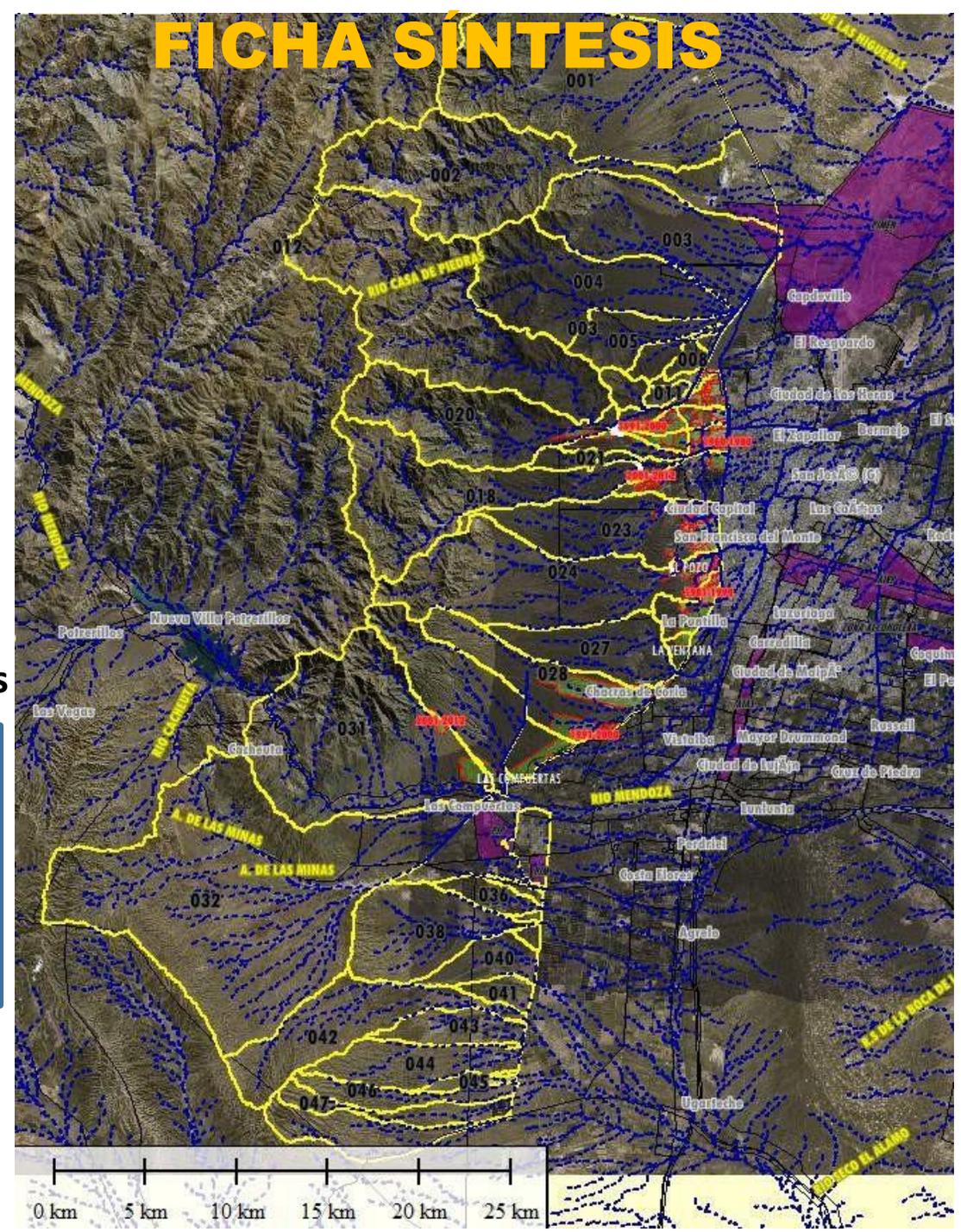
Desde C^o La Cal (camino a Villavicencio hasta C^o Bueyes (Agrelo)

Problemática:

Aluviones / Seguridad Hídrica / Erosiones / Aludes

Resultados Esperados:

Clasificación de áreas con riesgo aluvional, Propuestas normativas, Soluciones estructurales y no estructurales.



Proyecto de Cooperación Técnica GRT/MC 14 303-AR

Secretaría de Ambiente
y Ordenamiento Territorial
Agencia de Cambio Climático



Instituto Nacional del Agua
Centro Regional Andino
(INA-CRA)

Metodología

1

Modelación numérica + SIG: *Empleo de modelos hidrológicos, hidráulicos y geomorfológicos.*

2

Análisis MultiEscenario: 6 Escenarios: *(Situación Actual, Sit. Futura con y sin intervenciones sustentables, Avance Agrícola, Incendios y CC)*

3

Evaluación MultiCriterio: 13 Subvariables que describen la amenaza aluvional para la situac. actual. Hidrológica (1), Hidráulicas (2), Geomorfométricas (7) y Geotécnicas/Geológicas (3) // método EMC: AHP

4

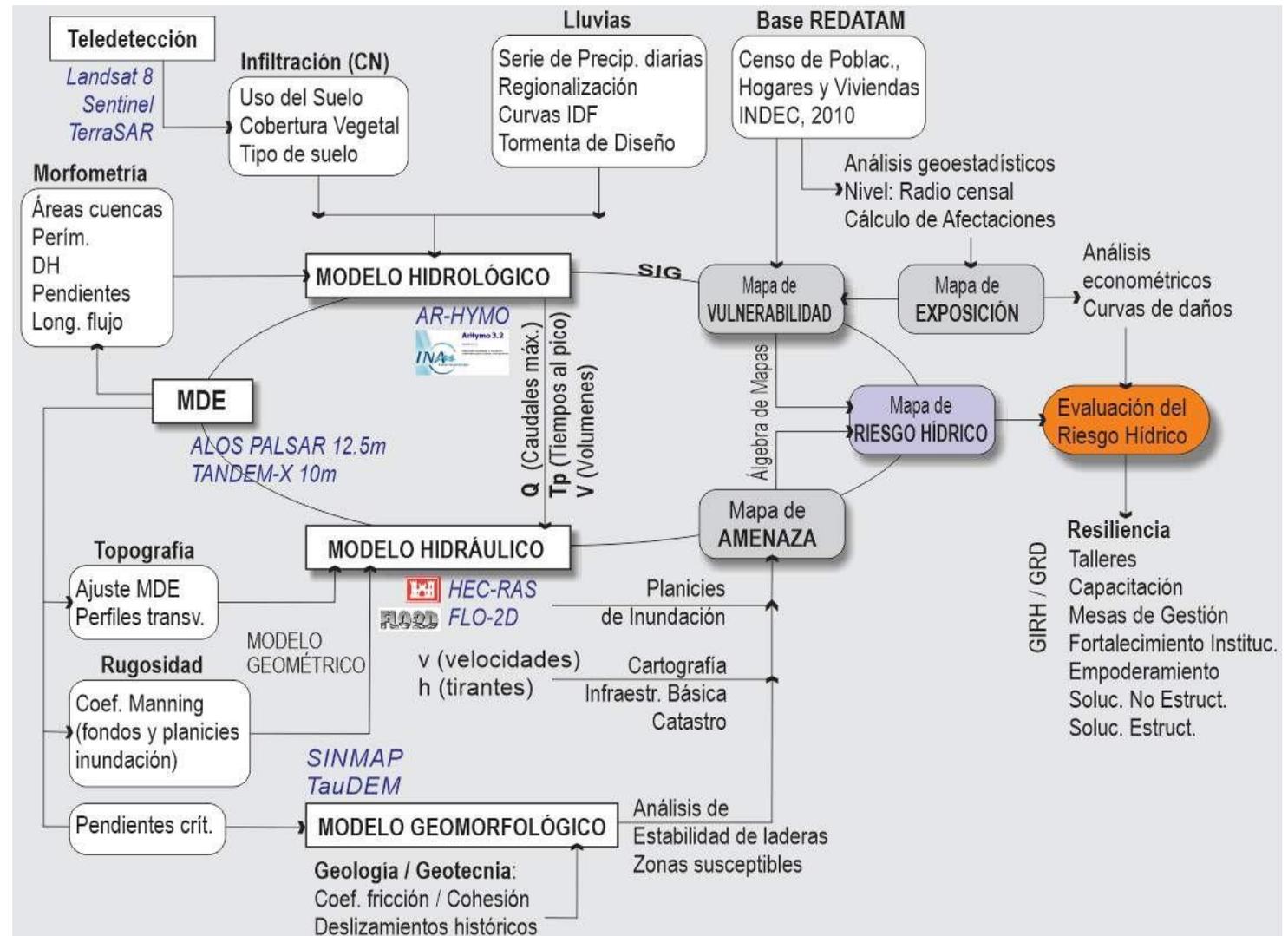
Propuestas (Pautas Normativas y Técnicas)

Modelos Utilizados

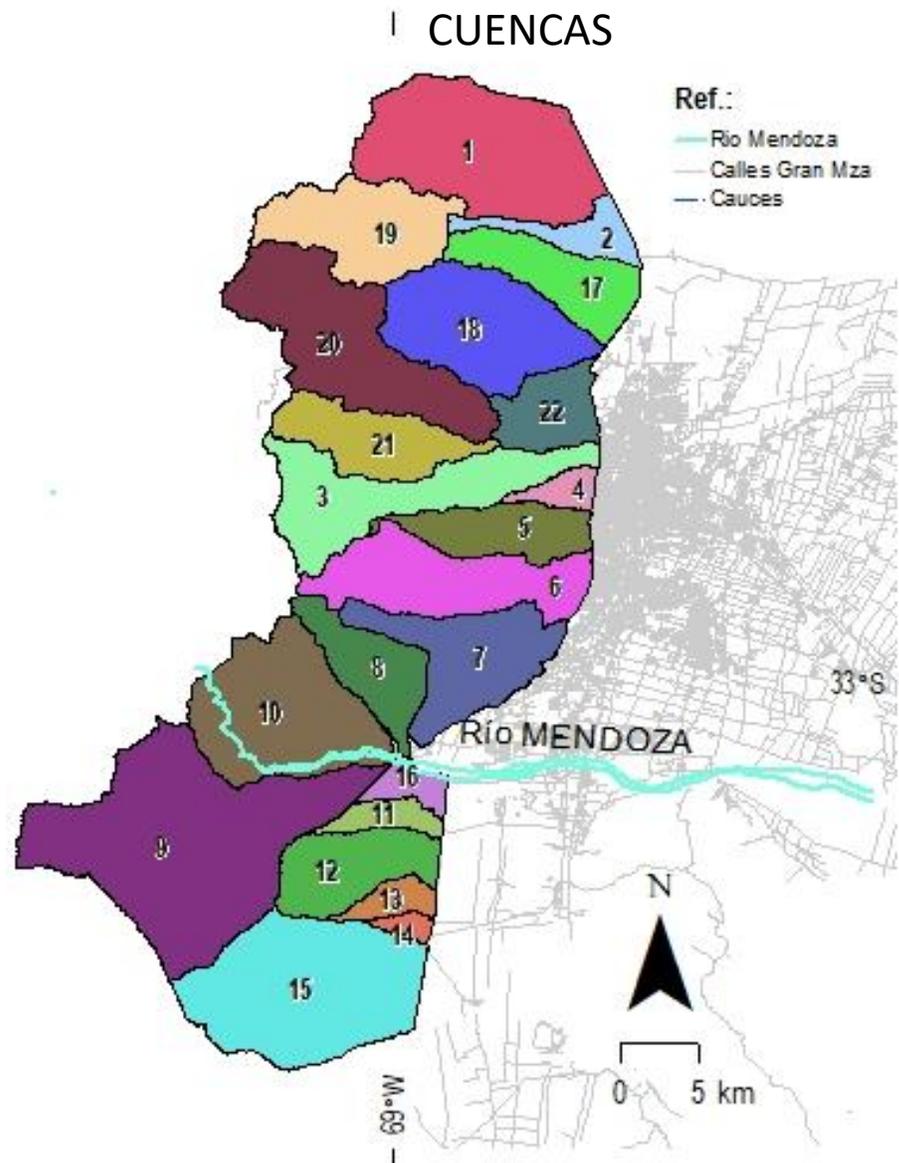
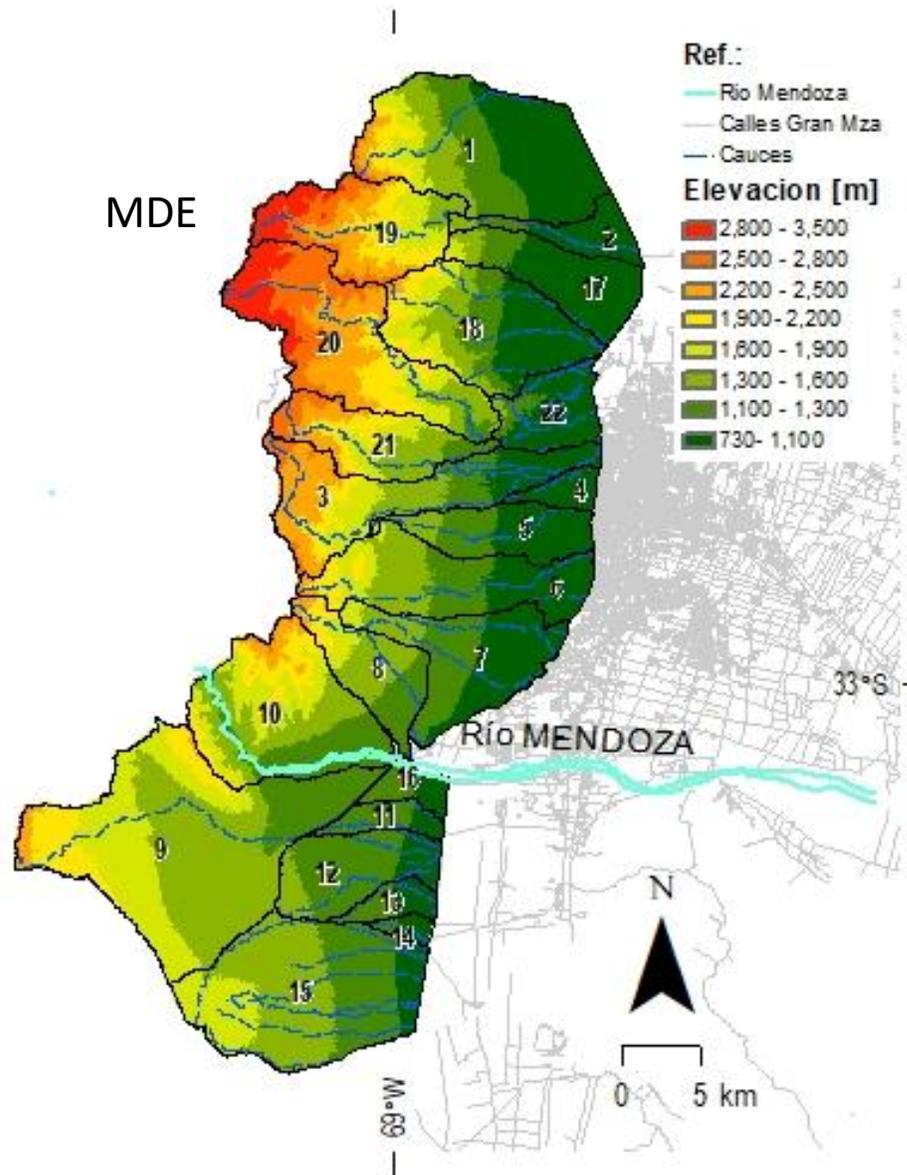
El **riesgo** es un concepto complejo, una problemática que involucra factores naturales, sociales, culturales, políticos para cuya intervención se necesita multidisciplinaridad y participación ciudadana.

Este estudio abarca el análisis de la Peligrosidad o Amenaza

Amenaza: Es un fenómeno físico o un proceso (socio)natural potencialmente perjudicial, que puede causar serios daños socio-económicos a las comunidades expuestas (ISDR, 2004; UNDP, 2004).



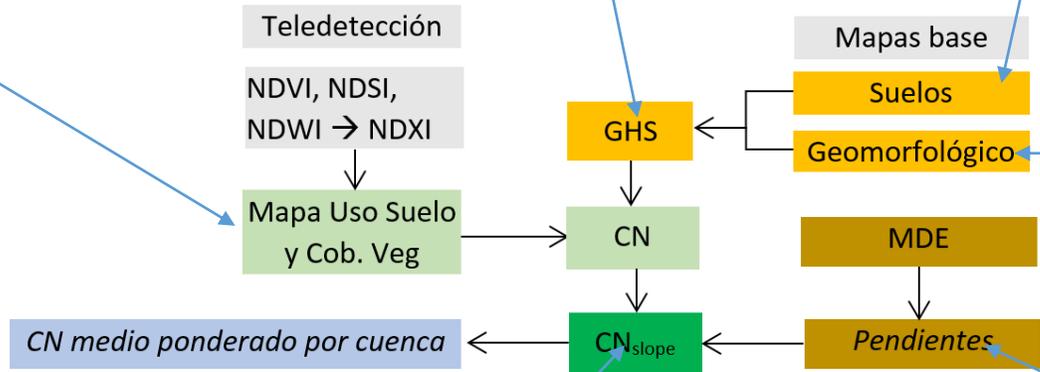
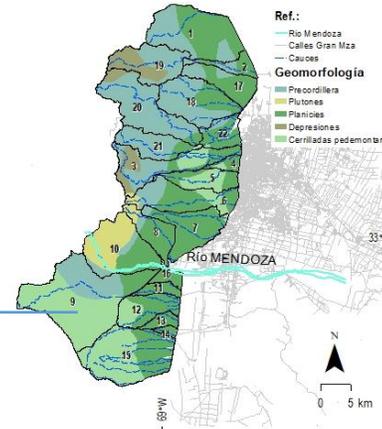
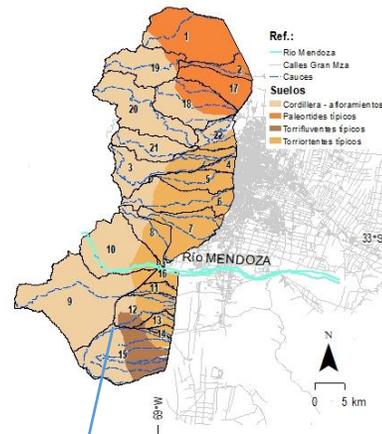
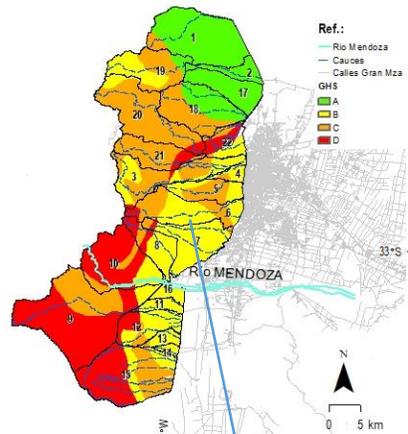
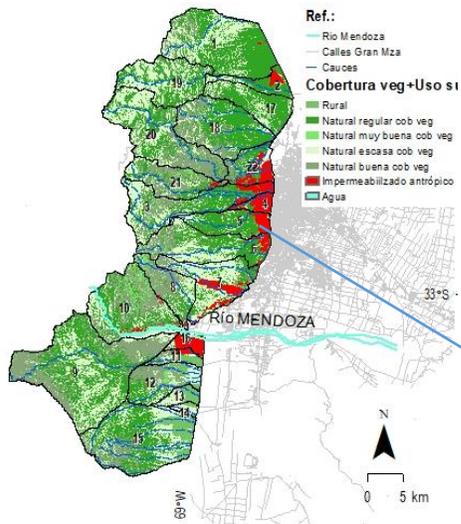
1 Delimitación de Subcuencas



Se utilizó un MDE de 10m de resol. / TanDEM-X (DLR, 2017)

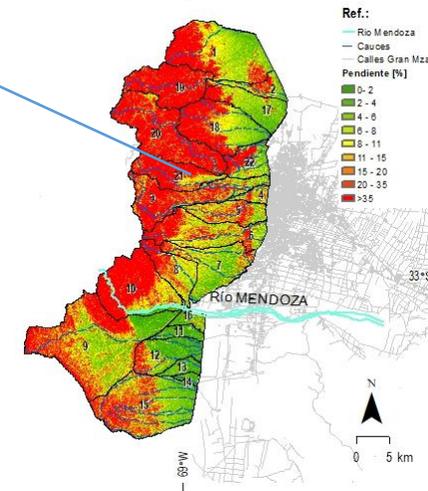
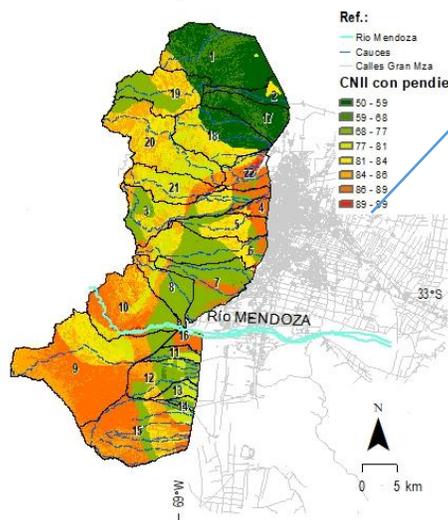
En zona de Diques se usó IGN (2017) a 5m de resolución.

Potencial Infiltración



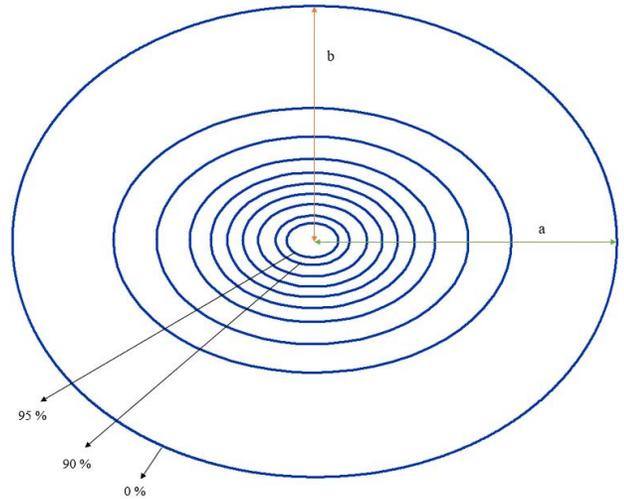
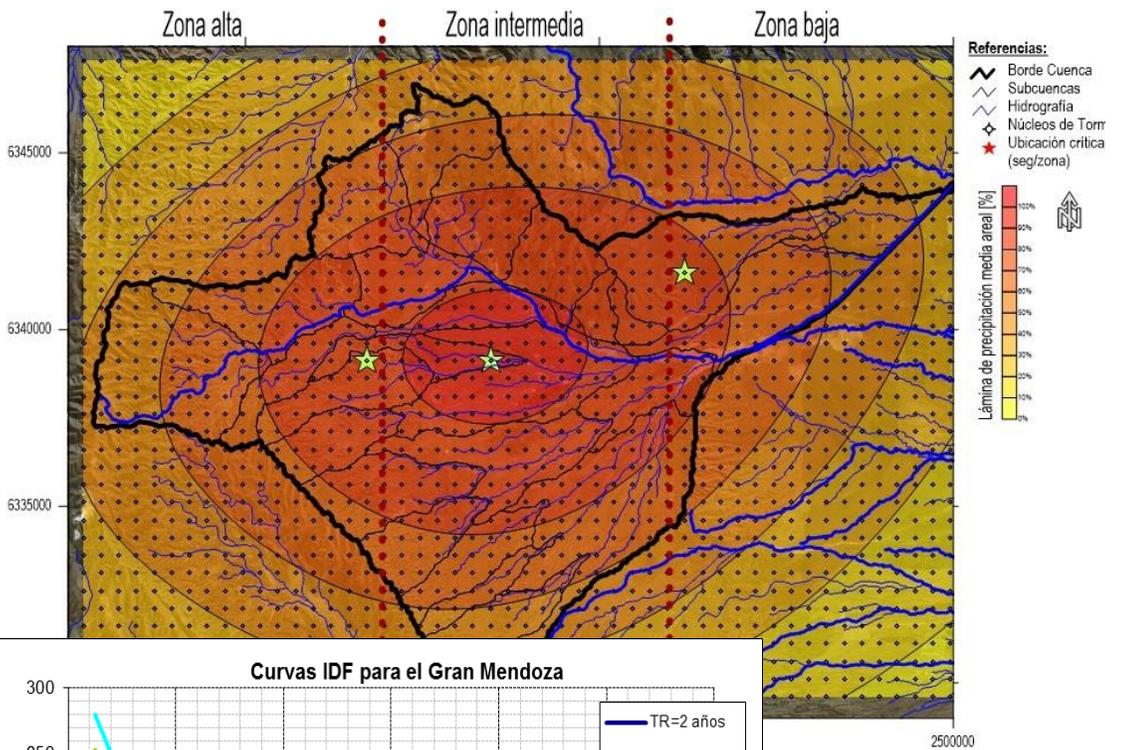
Se estimó la distribución del potencial de infiltración (método CN) para ingresos las pérdidas de precipitación en el modelo hidrológico.

Se actualizó el mapa de CN2008 al 2018 por proceso de imágenes satelitales actuales (Sentinel2A / Landsat 8 OLI)



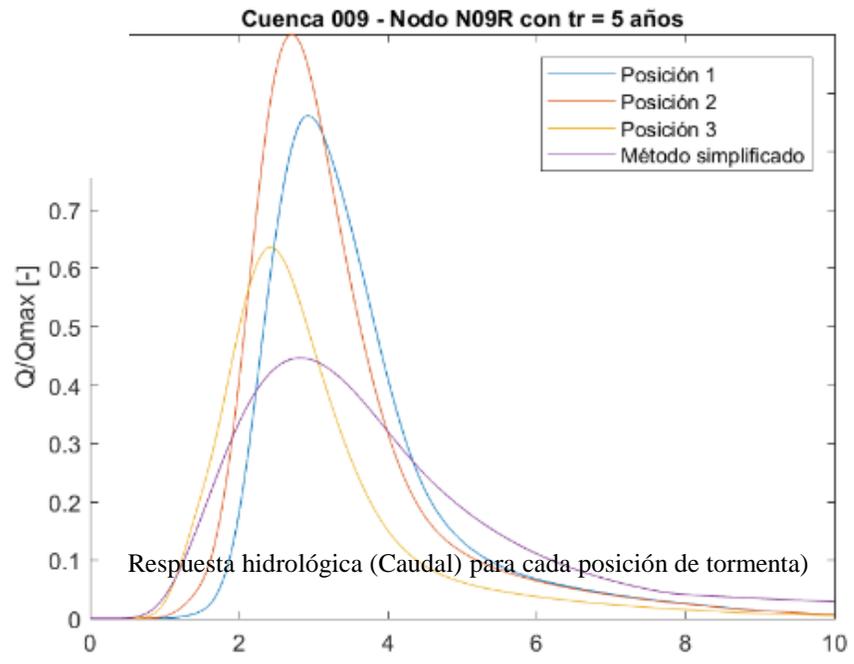
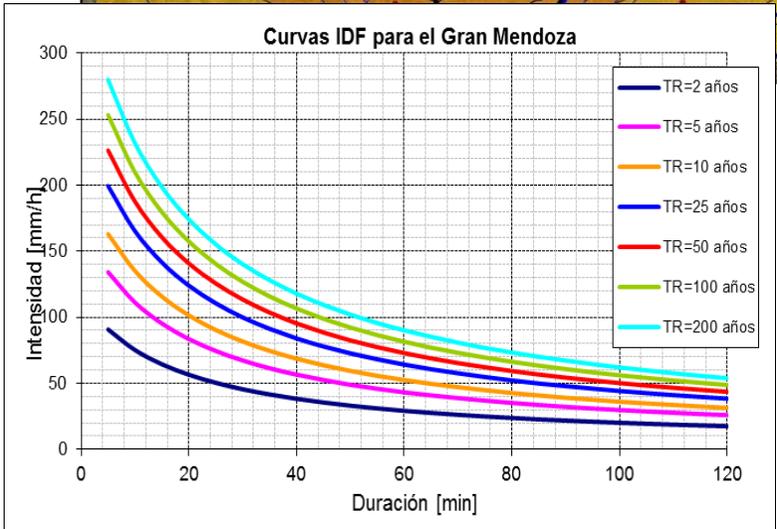
1 Tormentas de Proyecto

Isohietas elíptica patrones para la zona del Piedemonte y su decaimiento espacial



Se utilizaron curvas IDF y Decaimiento espacial elíptico.

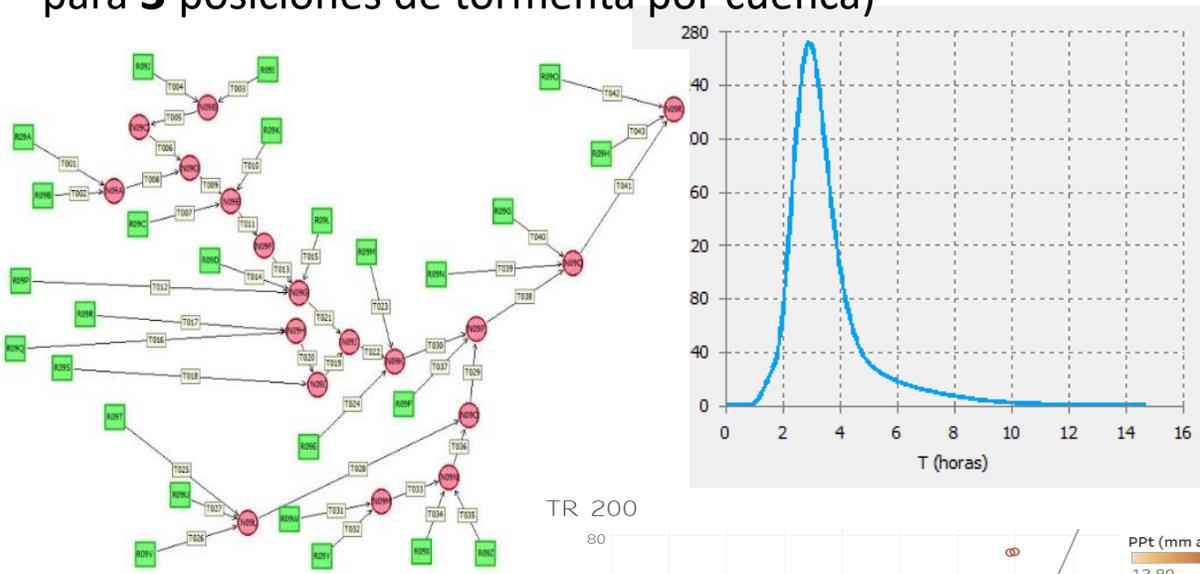
Se calculó la posición “crítica” de ubicación del núcleo de tormenta que maximiza el hidrograma de salida para cada cuenca para recurrencias de 2 a 200 años.



Curvas IDF para el área del Gran Mendoza con tiempos de recurrencia de 2 a 200 años (INA, 2008)

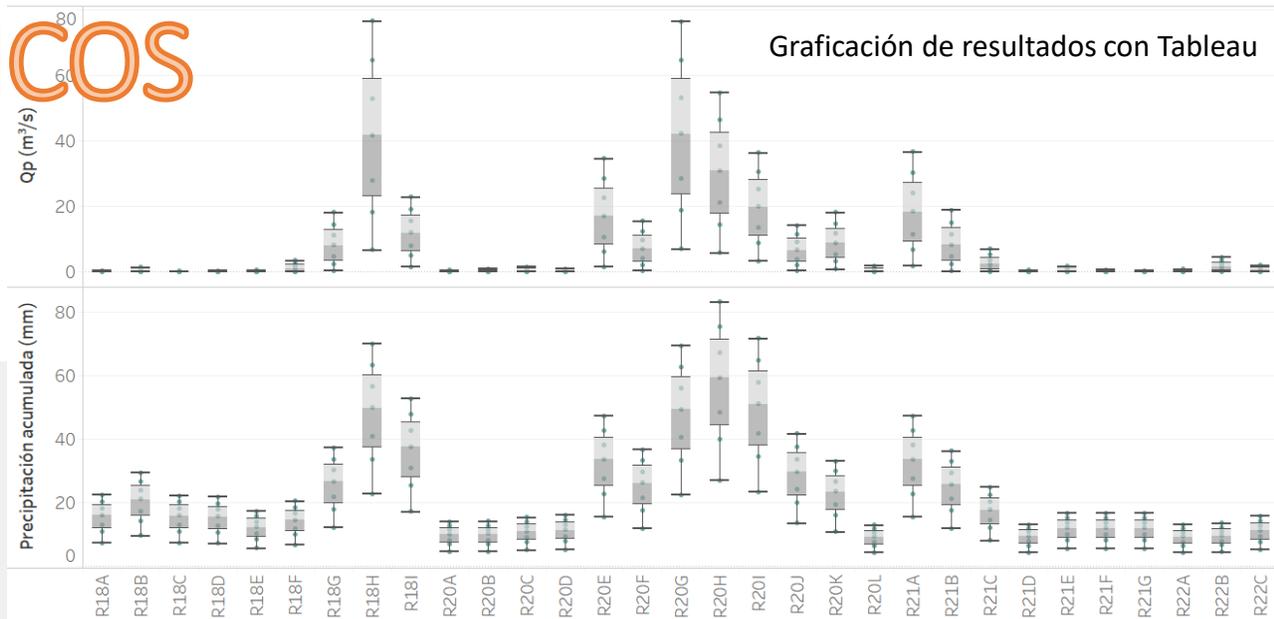
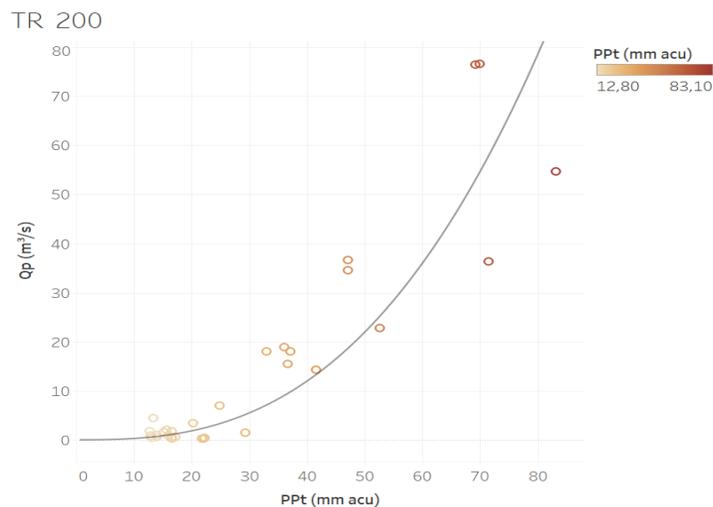
RESULTADOS HIDROLÓGICOS

Se corrió el modelo hidrológico (**22** cuencas, **201** subcuencas, **39** nodos de salida, **129** nodos internos para **3** posiciones de tormenta por cuenca)

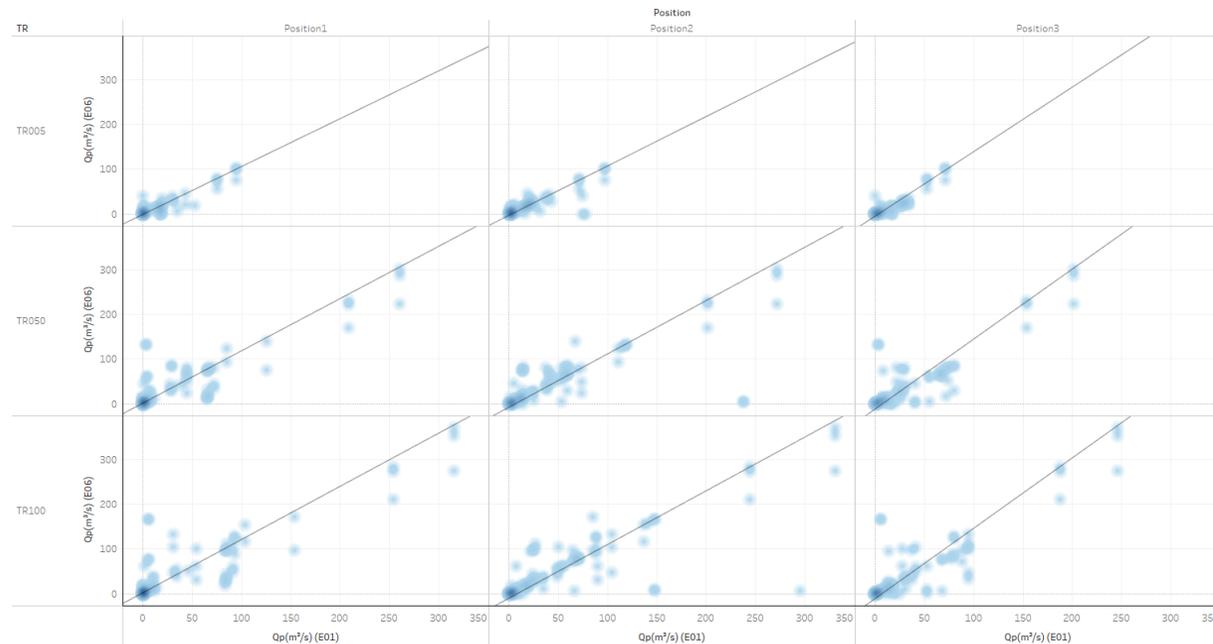


Esquema topológico del modelo hidrológico (cuenca 09) e Hidrograma TR50 – Posic.2

Relación Iluvia-Caudal (para pronósticos de caudal de SAT)



COMPARACIÓN: ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

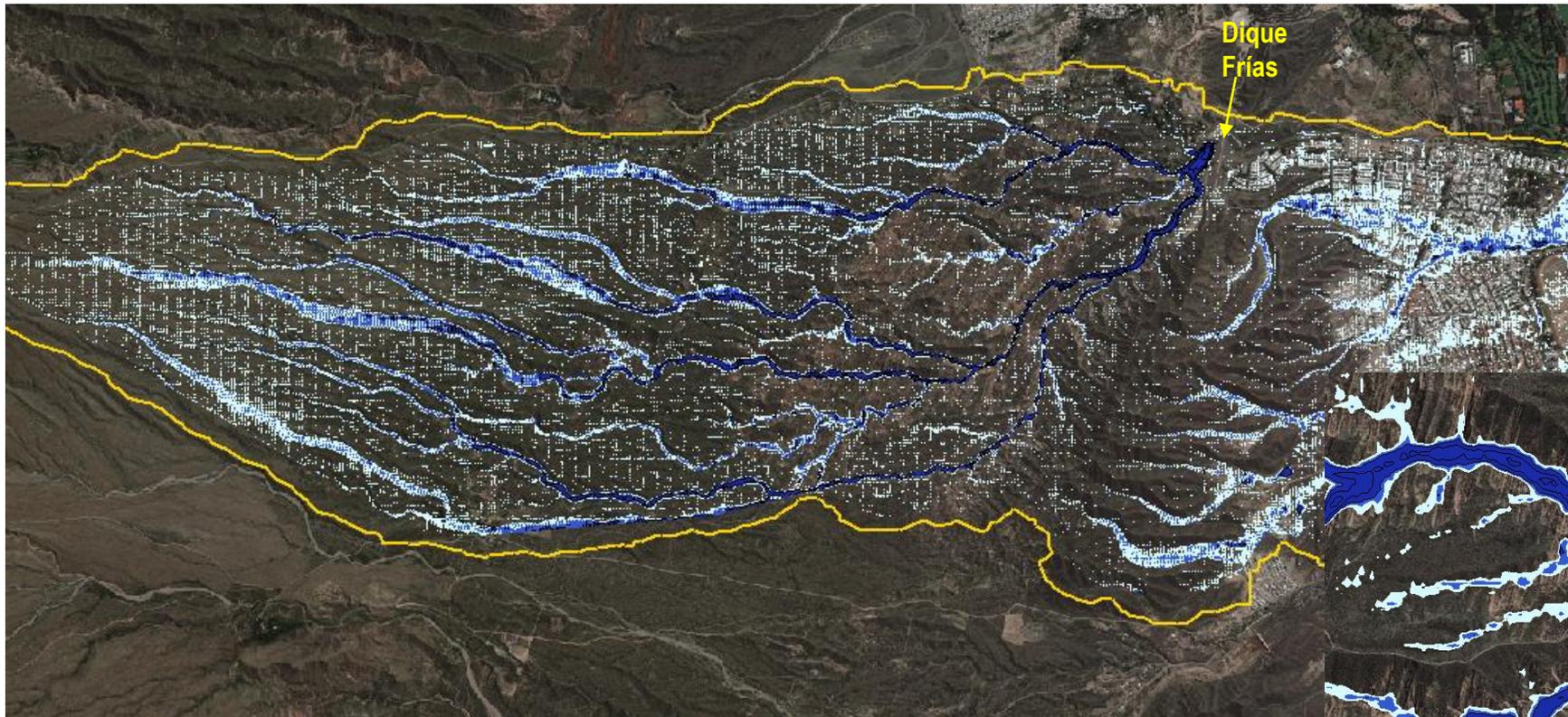


MODELACIÓN HIDRÁULICA

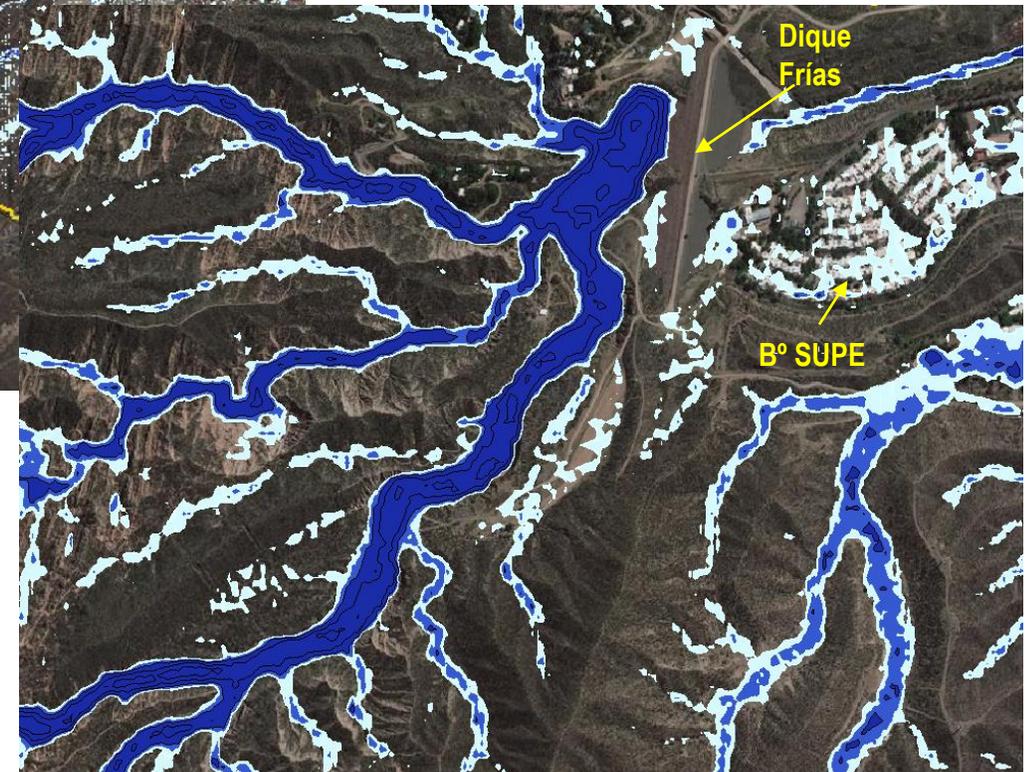
Se modelaron todas las cuencas con HEC RAS 5.04 en modo 2D.

(Grillas de 10 a 20 m)

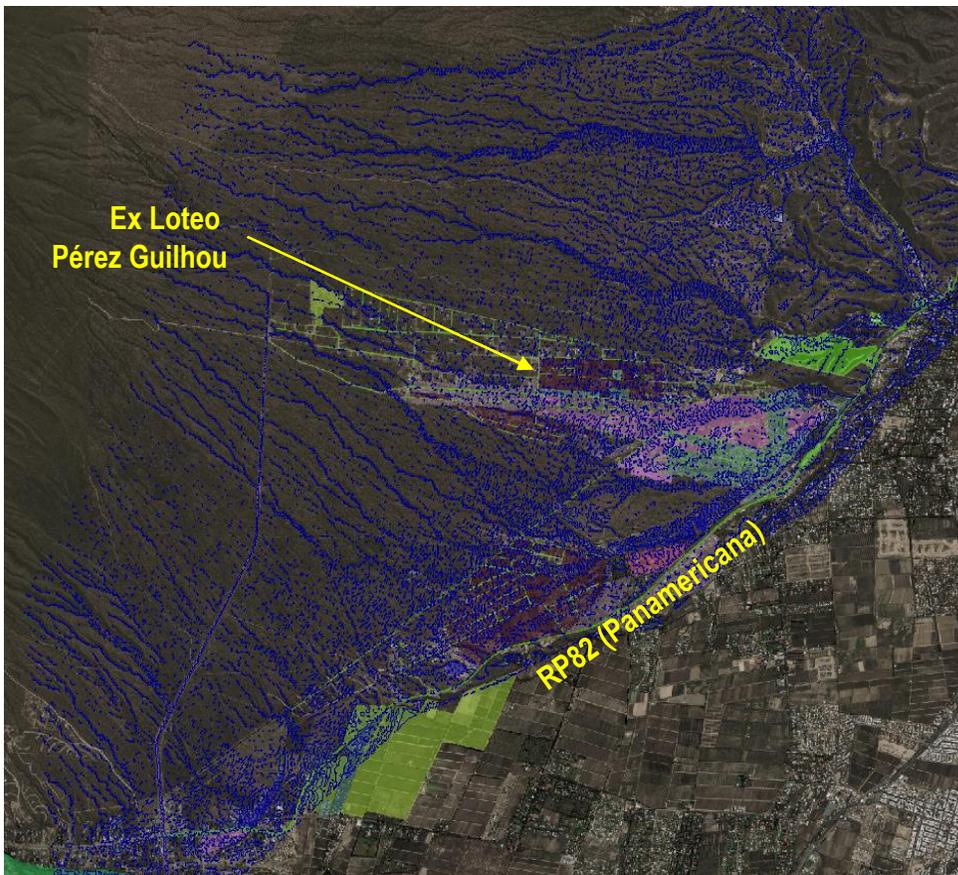
Se obtuvieron áreas inundables para TR=50 y 100 años.



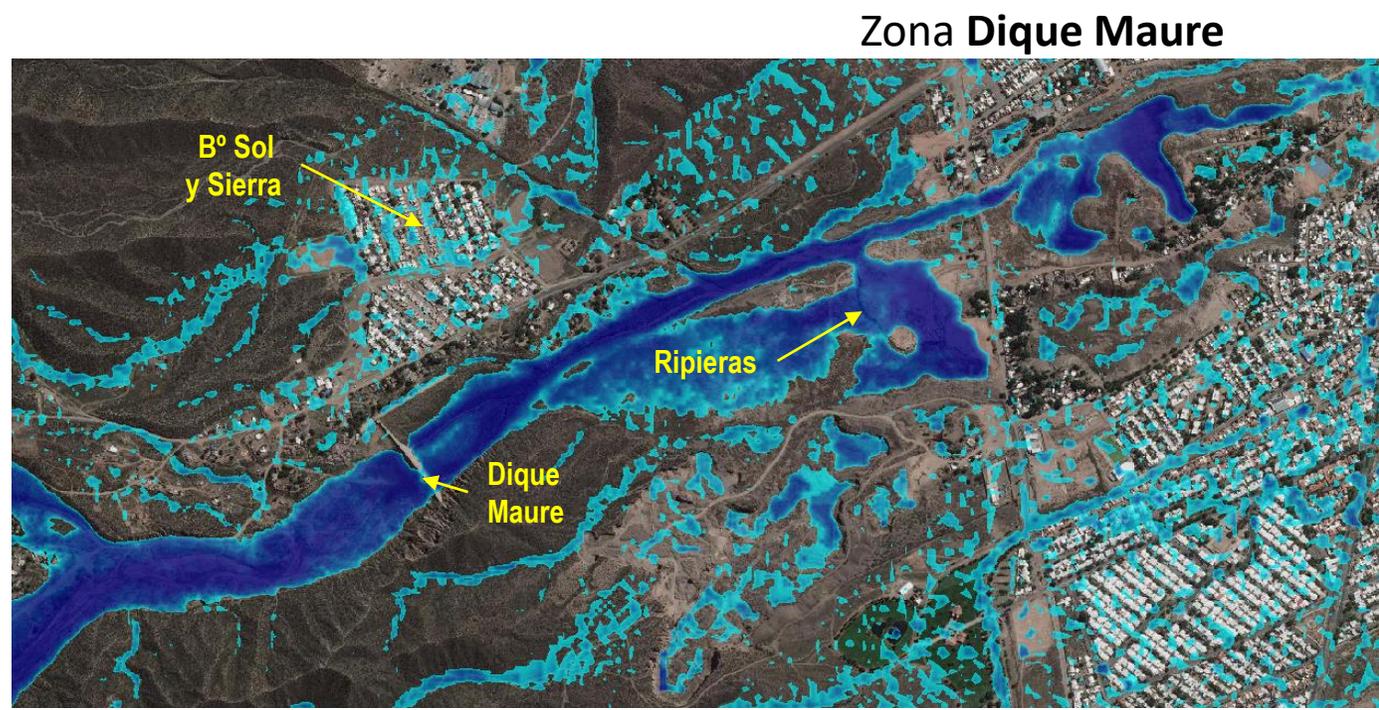
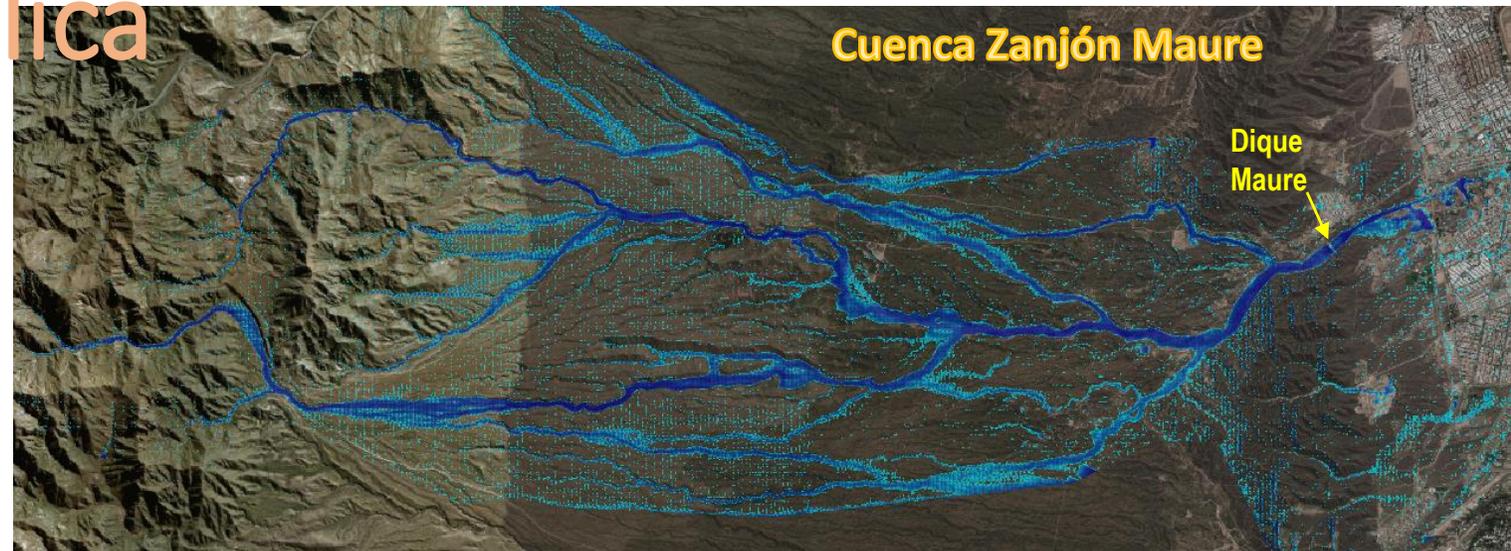
Zona Dique Frías



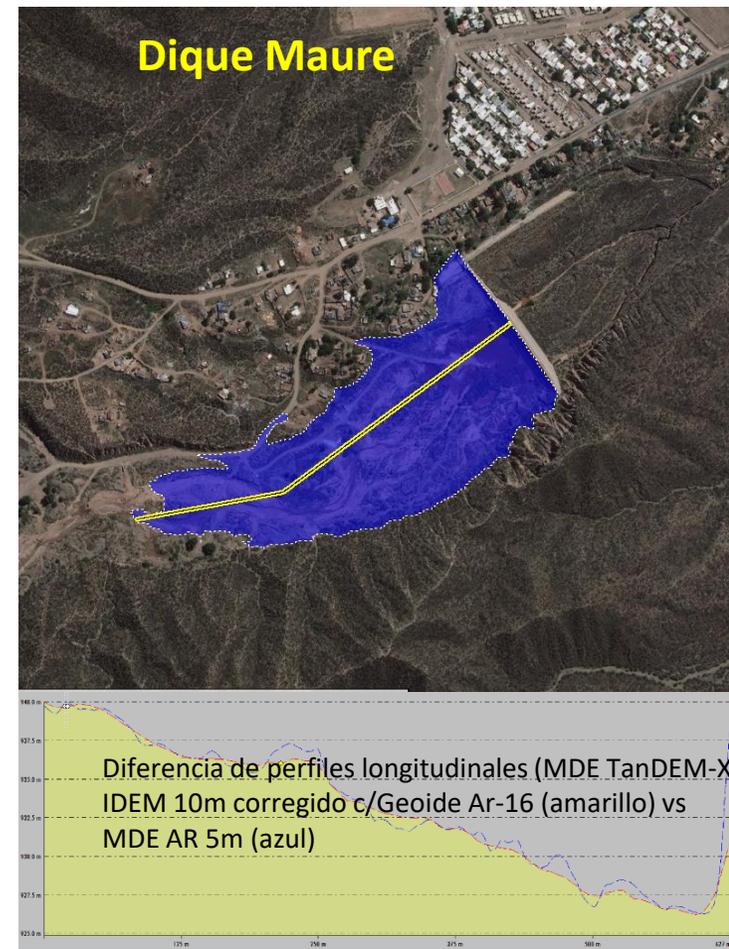
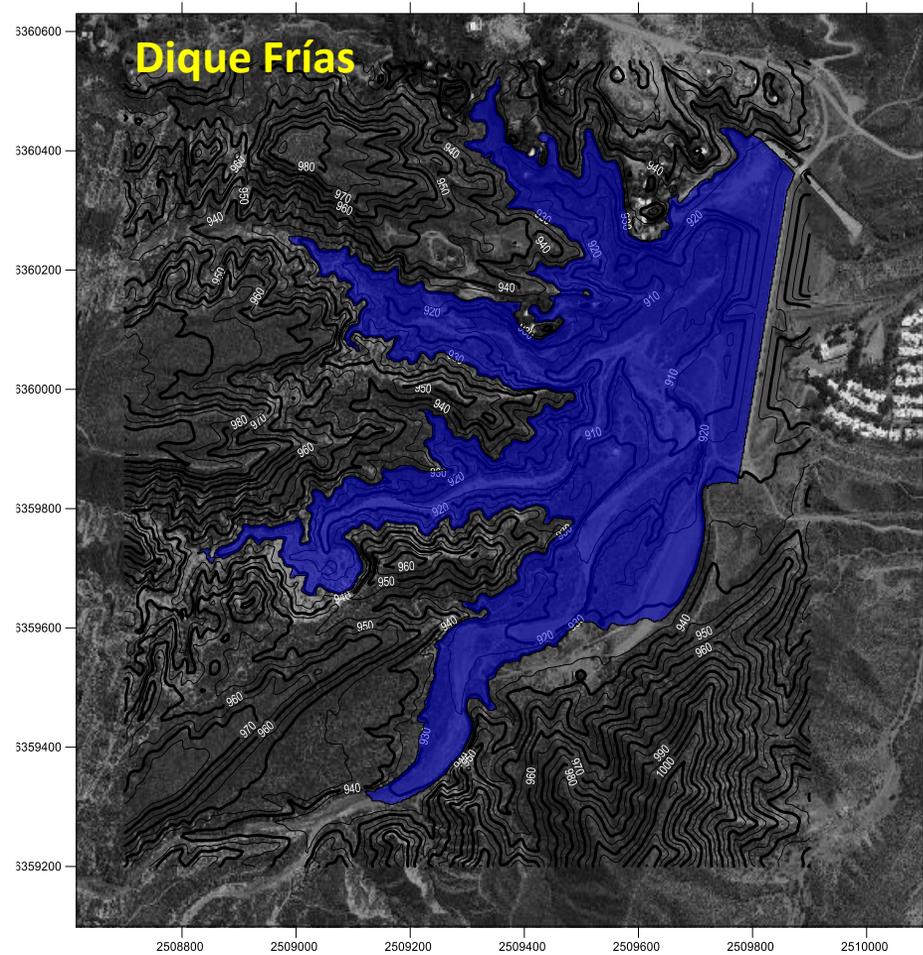
Modelación Hidráulica



Zona Vertientes de Pedemonte

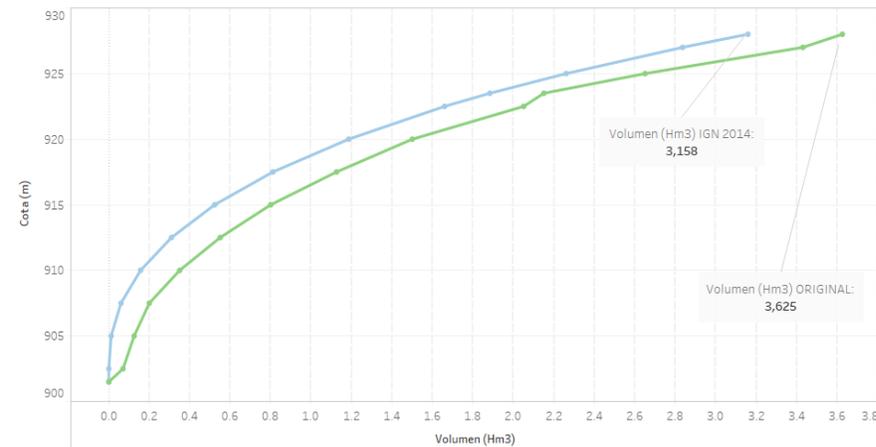


SEDIMENTACIÓN DE DIQUES



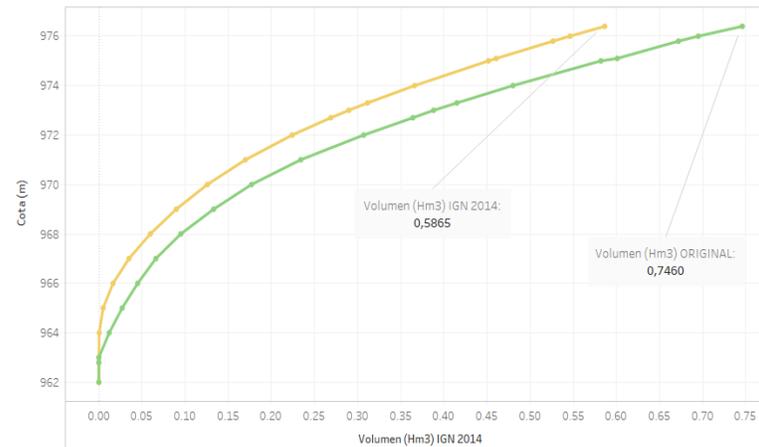
SEDIMENTACIÓN DE DIQUES

Dique Frías



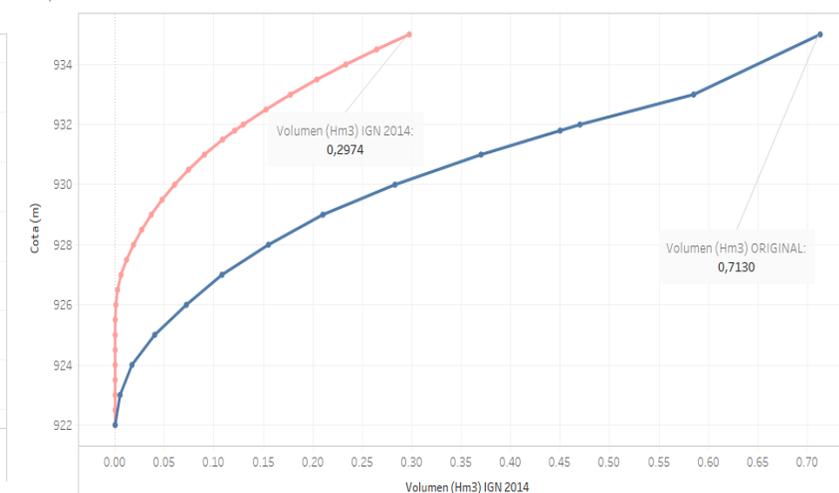
REDUCCIÓN DEL 13% DE CAPACIDAD

Dique Papagayos



REDUCCIÓN DEL 21% DE CAPACIDAD

Dique Maure



REDUCCIÓN DEL 58% DE CAPACIDAD

Dique	Año	Área Cuenca [Km ² (seg/ DH)]	Cap. Retención [Hm ³]	Cap. Evacuación Aliviadero [m ³ /s]	Cap. Evacuación Descargador Fondo [m ³ /s]	Altura presa [m]	Cota vertedero [msnm]	Capacidad Original (a VERTEDERO) [Hm ³]	Capacidad al 2014 [Hm ³]	% Reducción Volumen	Cota Coronam. [msnm]	Capacidad Original (a CORONAM.) [Hm ³]	Capacidad A CORONAM. al 2014 [Hm ³]	Vol. Sedim. [Hm ³]	% Reducción Volumen	Tasa promedio sedimentación anual [m ³ /año]
Los Papagayos	1942	57.0	0.80	300.00	25.00	19.5	975.17	0.600	0.461	23%	976.40	0.746	0.586	0.16	21%	2222
Frías	1971	26.0	2.30	380.00	26.00	30.0	923.50	2.330	1.882	19%	928.00	3.625	3.158	0.47	13%	10857
Maure	1940	60.0	0.53	200.00	38.00	20.0	931.80	0.450	0.129	71%	935.00	0.713	0.297	0.42	58%	5397

Escenarios Hidrológicos Analizados

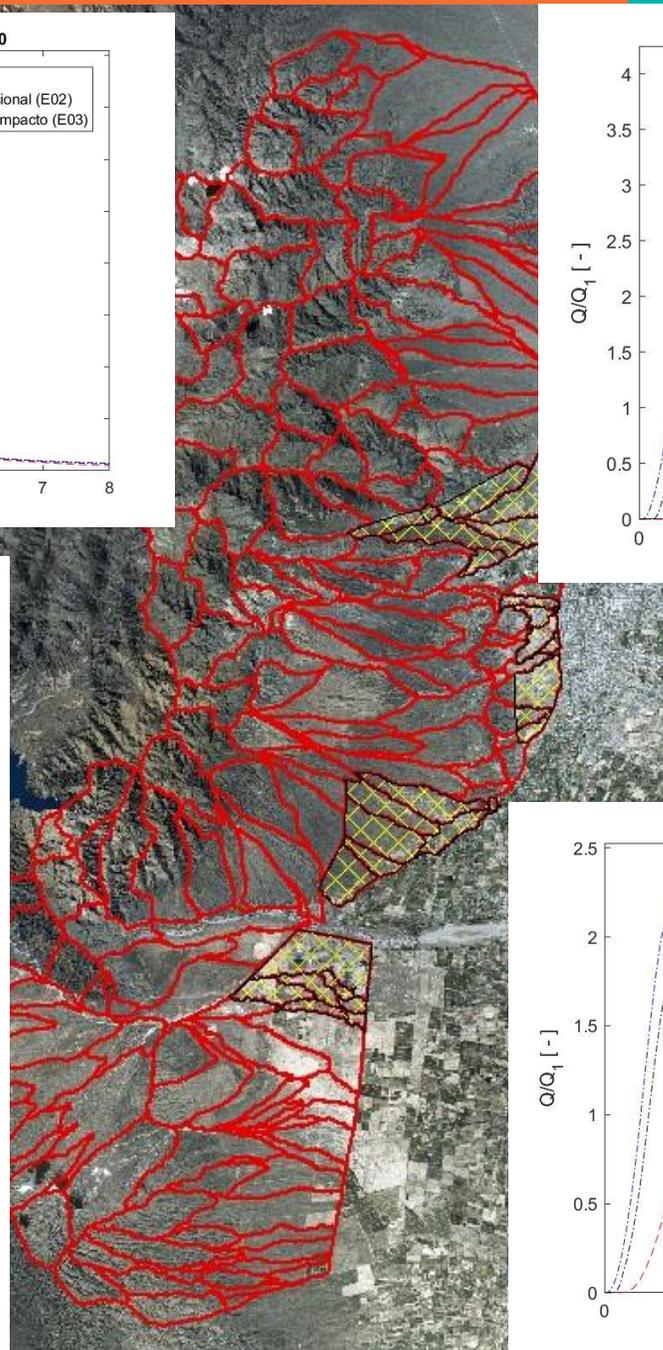
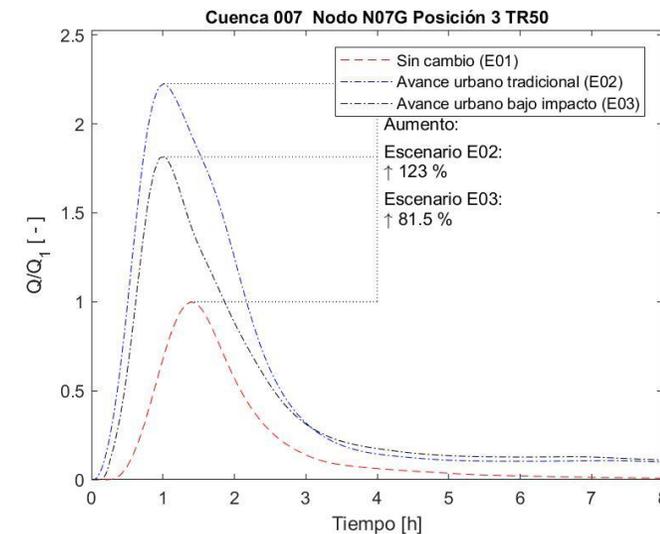
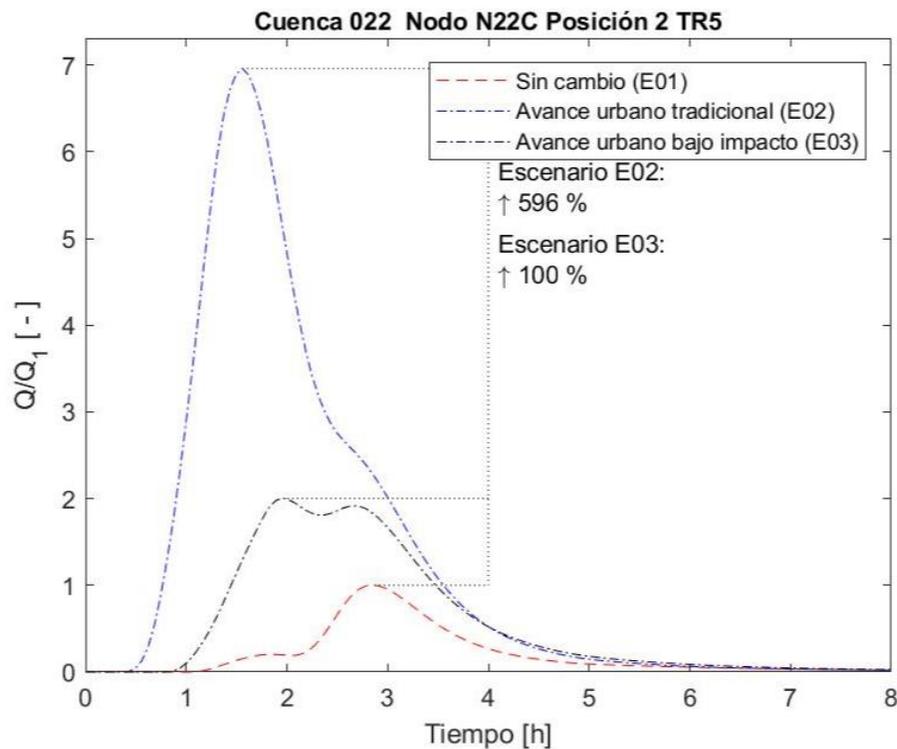
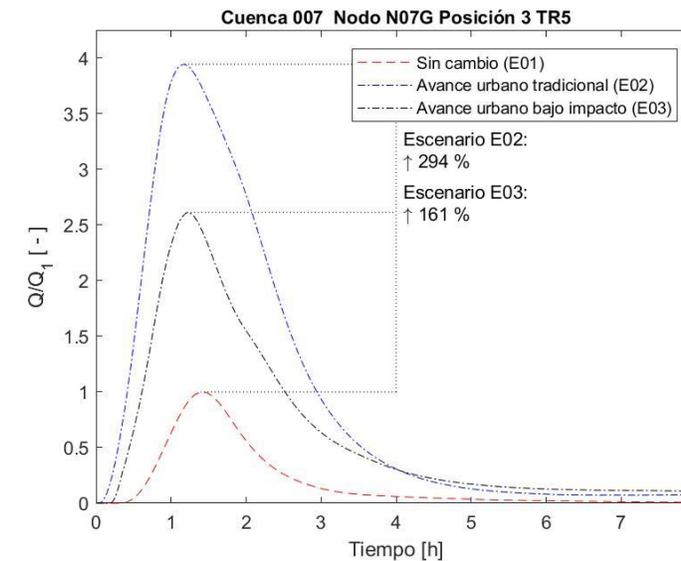
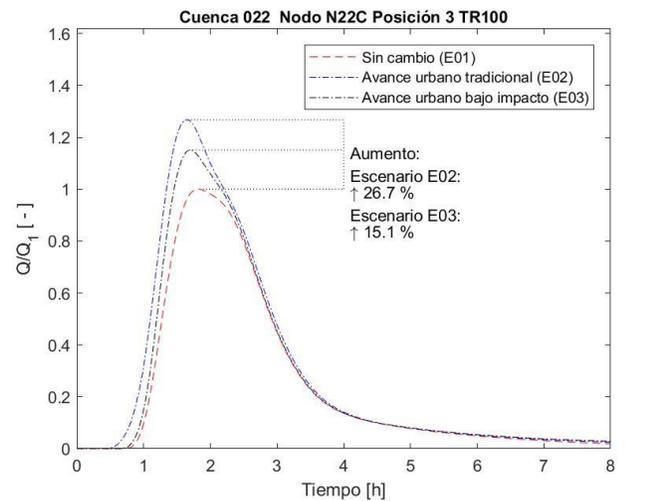
- **E01:** Situación Actual (TR 2 a 200 años)
- **E02:** Avance Urbano Tradicional (Dameró, FOS actual, Impermeab., Calles)
- **E03:** Avance Urbano de Bajo Impacto (DUBI, Trincheras, Retenciones)
- **E04:** Avance Frontera Agrícola e Industrial
- **E05:** Situación con Incendios
- **E06:** Cambio Climático

Avance Urbano

2

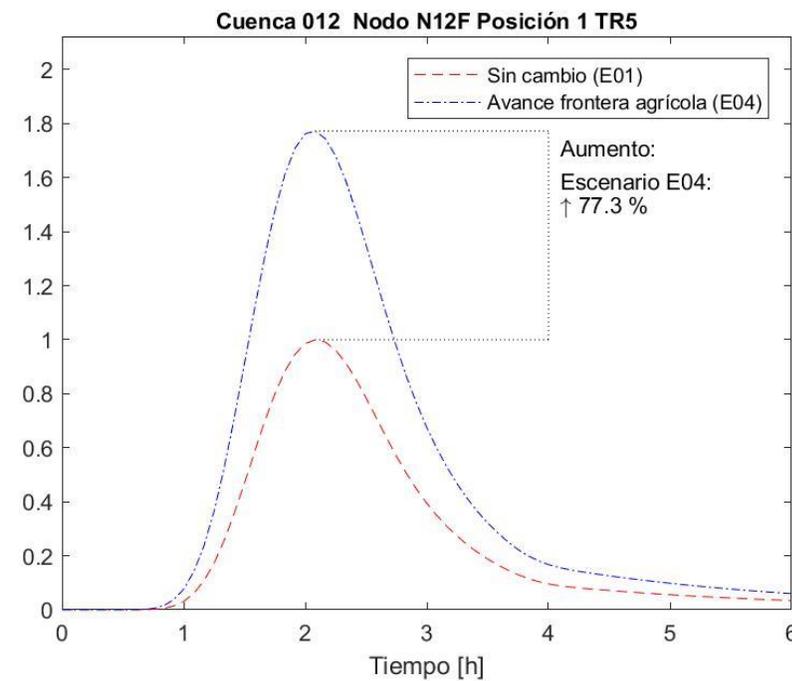
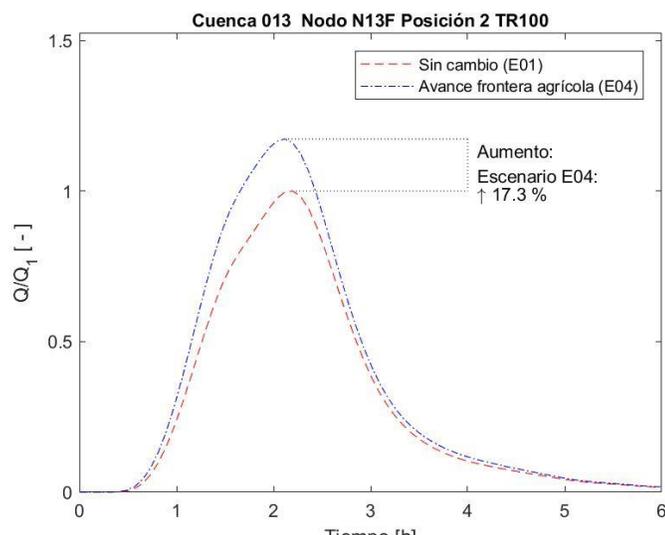
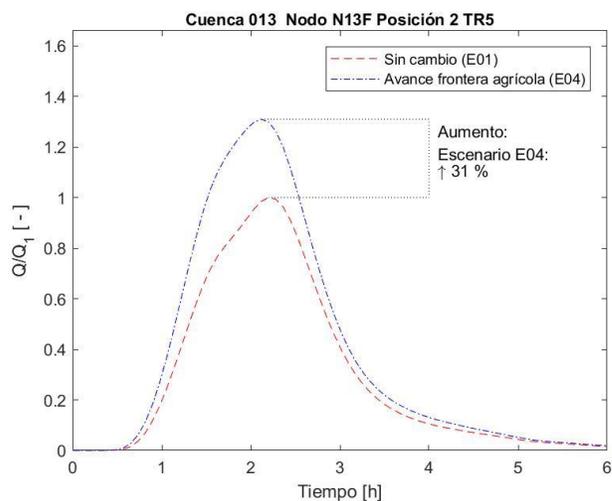
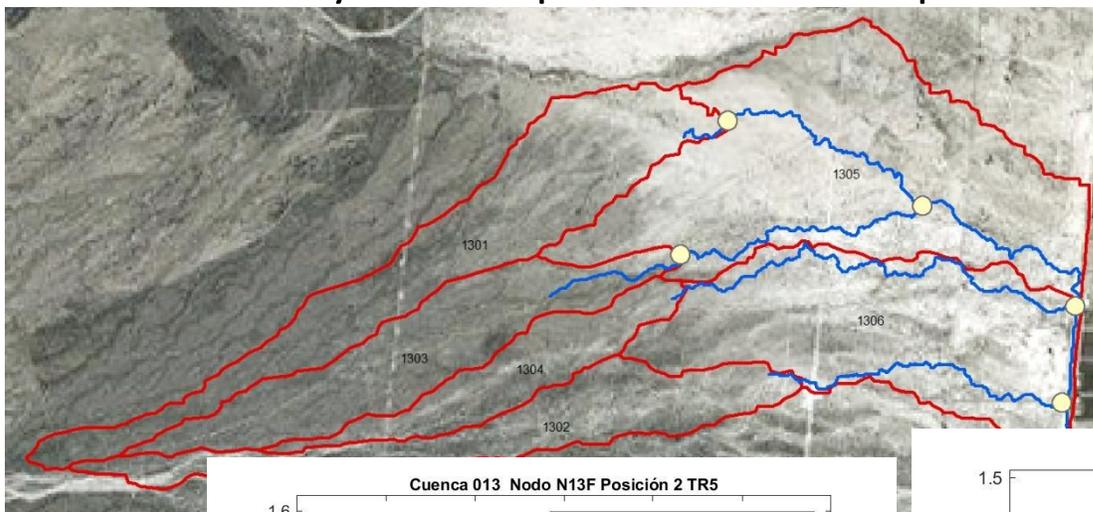
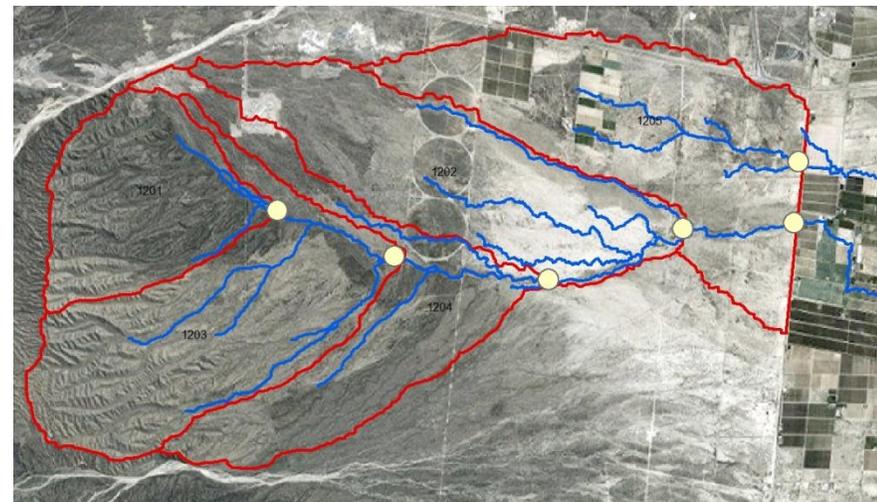
Se analizó el impacto que produce una **urbanización tradicional** (calles en máx. pendiente, damero ortogonal, pocos espacios verdes, etc.) y un **DUBI** (E03)

Se estima un impacto por urbanización tradicional de entre 2 a 7 veces el Q_{nat} . Para DUBI va de 1.3 a 2.5 veces.



Avance Frontera Agrícola

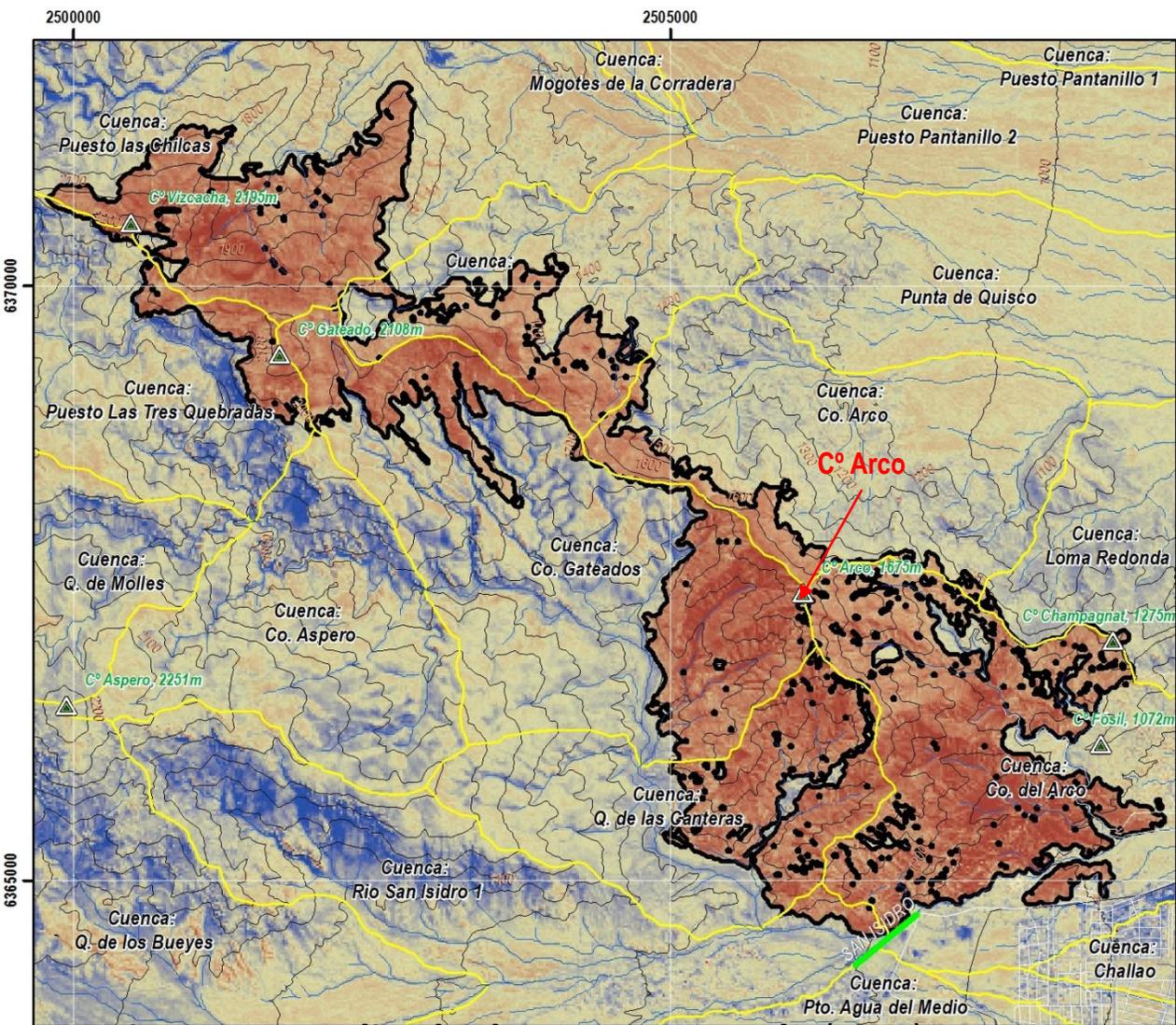
El avance de la frontera agrícola produciría aumentos en el caudal pico de hasta un 60%, en función de la ubicación de la tormenta y de la impermeabilización producida.



ESCENARIO:

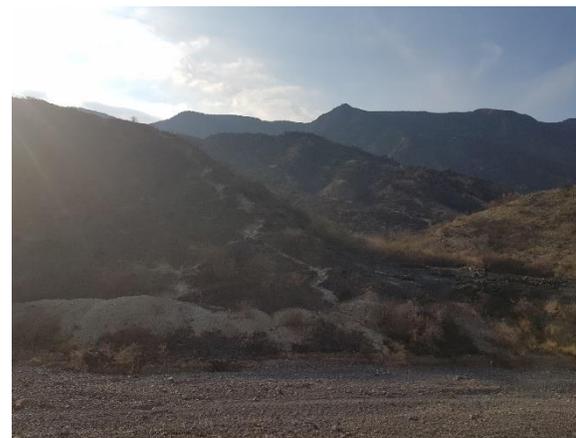
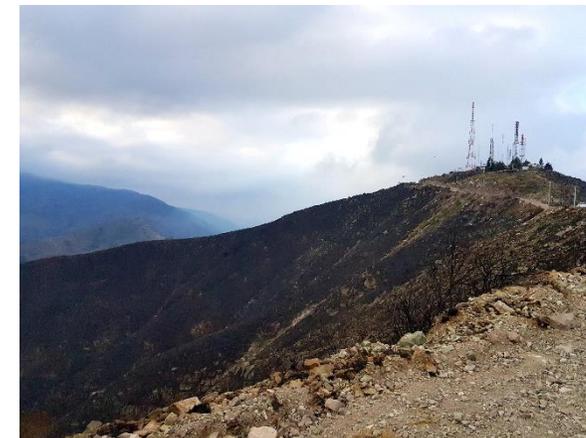
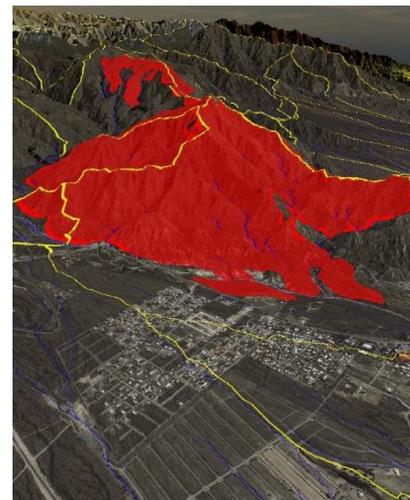
2

INCENDIO del 21 al 25/9/18



Cociente Normalizado de zona Quemada (NBR)

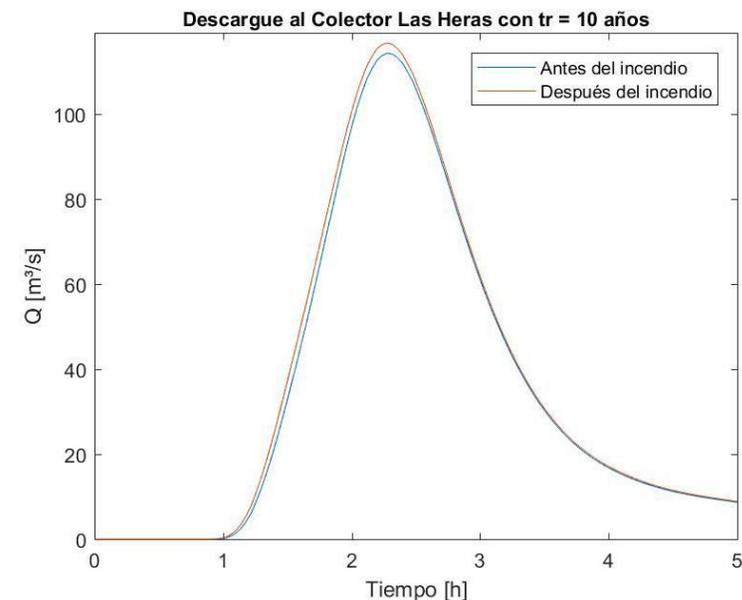
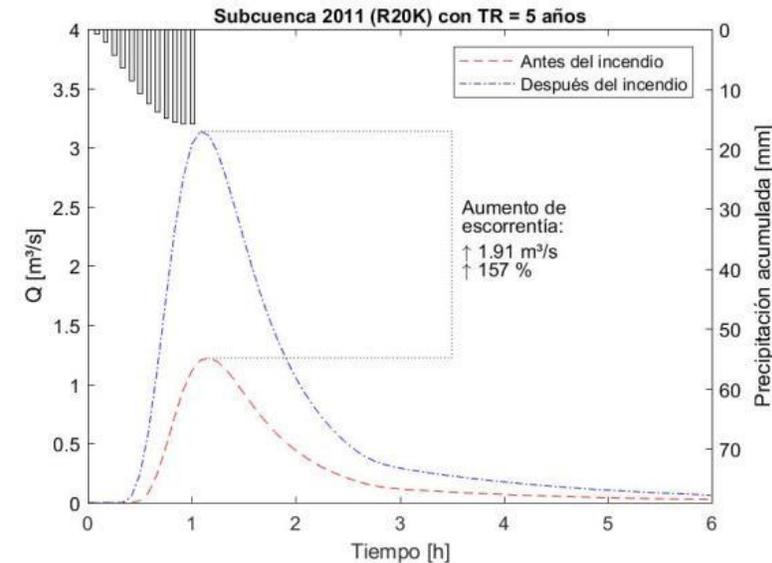
03/10/2018

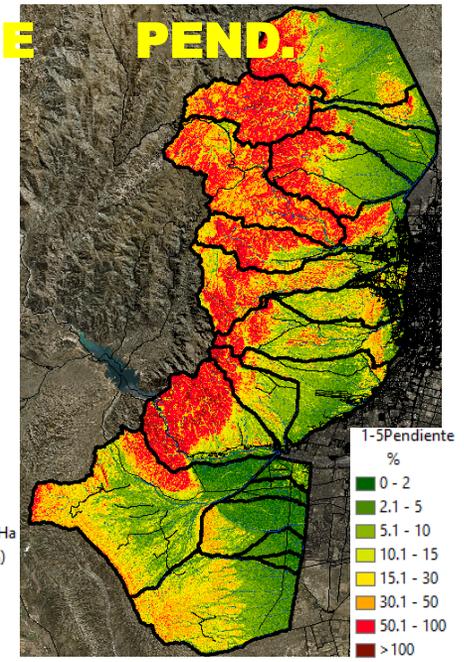
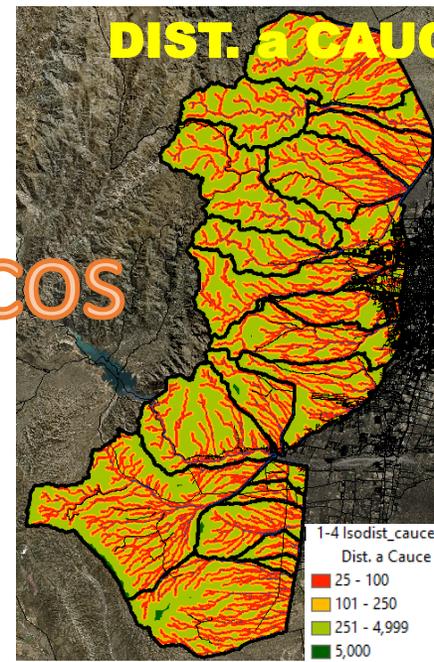
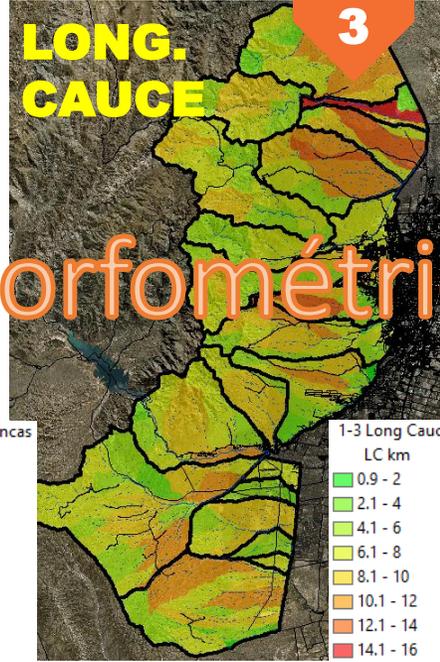
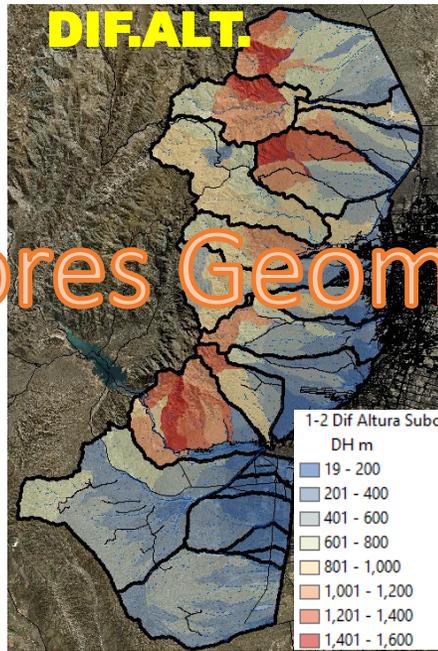


La superficie topográfica afectada por los incendios hasta el día domingo 23/09/18 a las 11:30 hs fue de aproximadamente **1160 has** y el área total afectada (analizada con imagen satelital del día 03/10/18) llegaría a las **1807 has**.

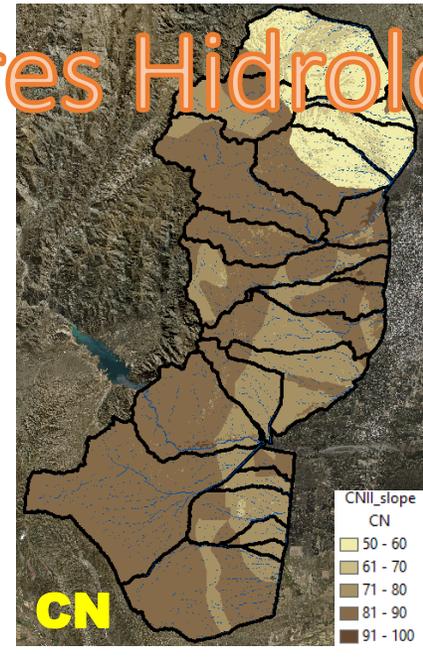
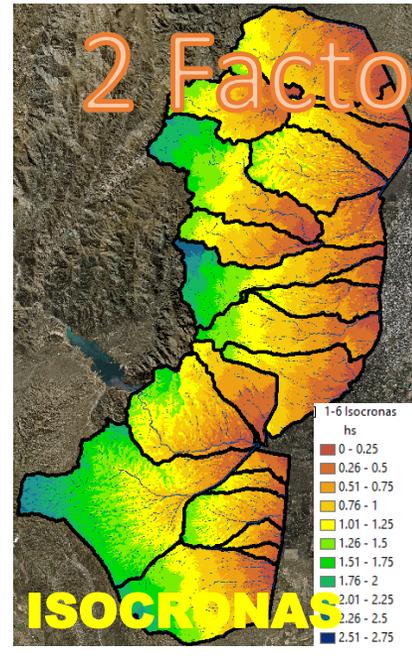
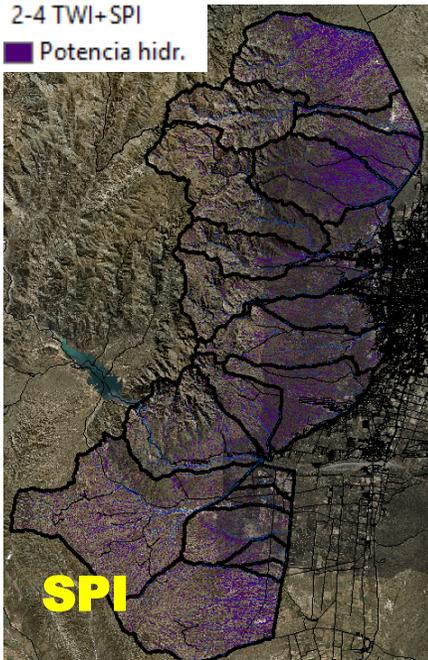
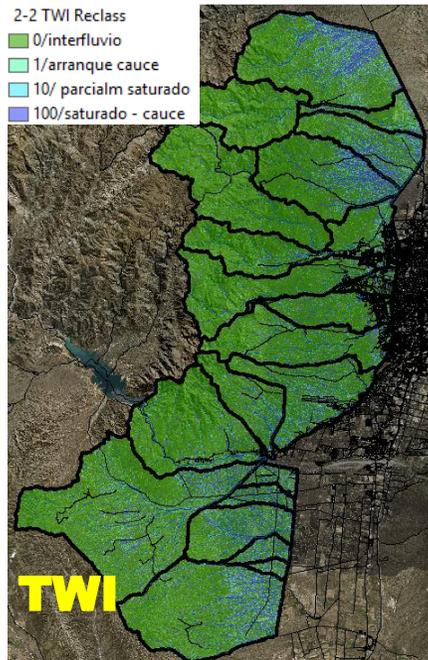
Impacto Hidrológico por Incendio

- Se puede indicar que el impacto (promedio) en los caudales, producido por el incendio y en las subcuencas directamente afectadas, va desde un aumento del 240 % para tormentas frecuentes (TR = 5 años) a disminuirse a un 76 % de aumento de caudal para frecuencias muy bajas (TR = 200 años).
- El impacto de todo el sistema, analizado aguas abajo de todas las subcuencas, (en este caso en la entrada al colector Las Heras) es mucho menor y del orden del 3 %, despreciándose la afectación en el actual sistema hidráulico de drenaje aluvional.





7 Factores Geomorfométricos

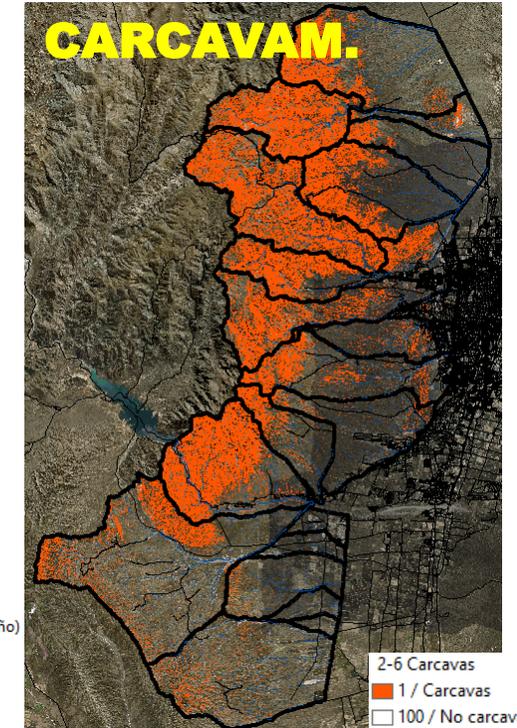
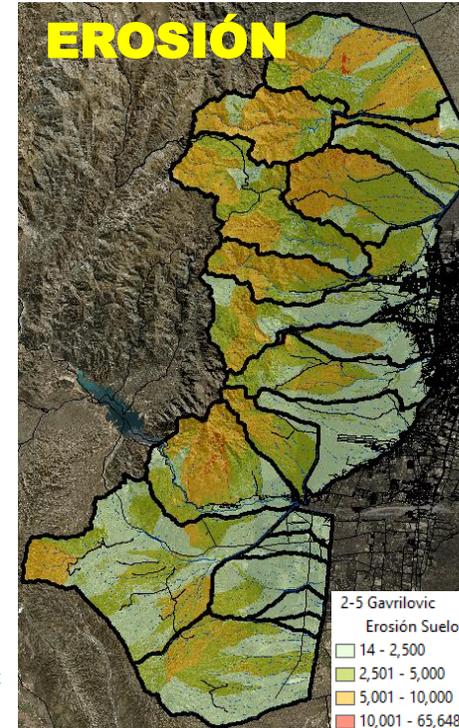
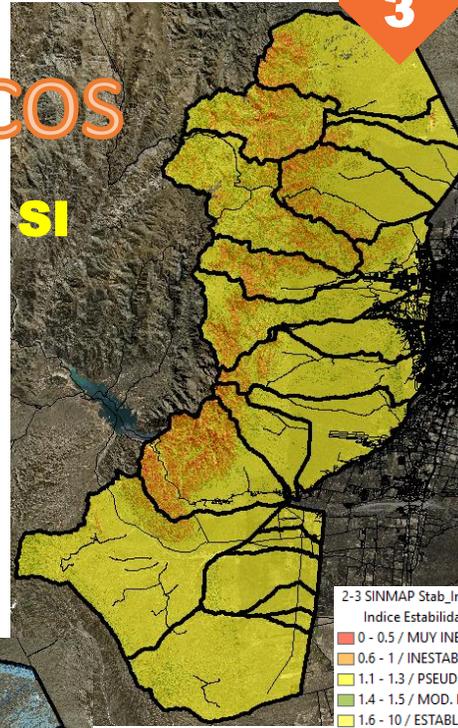
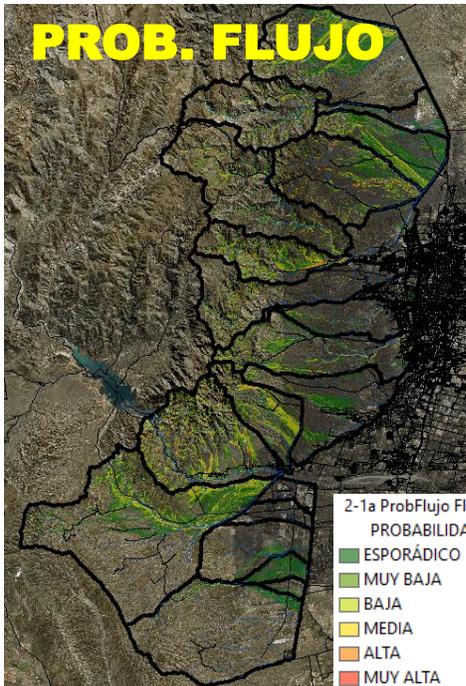


2 Factores Hidrológicos

3

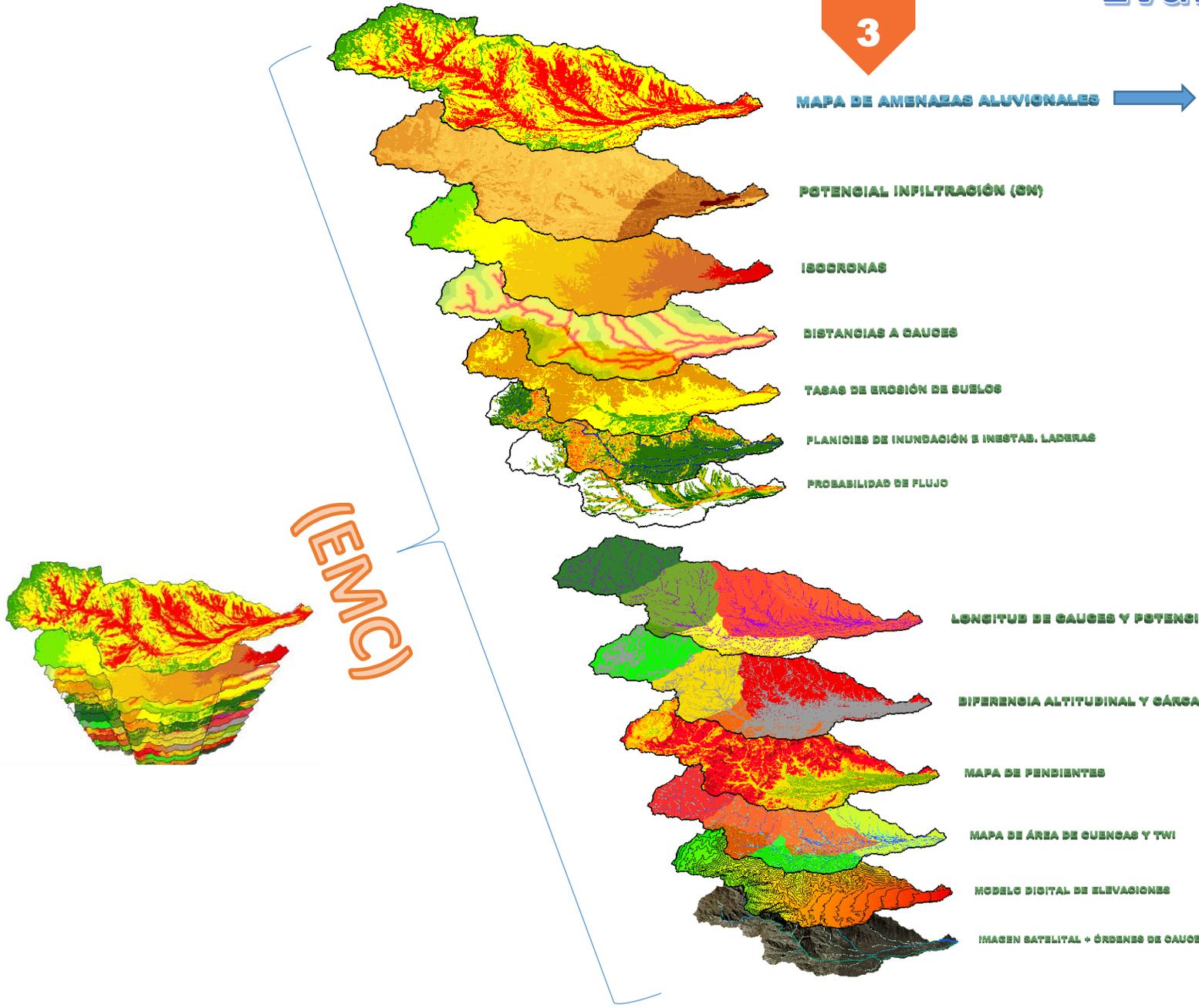
3 Factores Geológicos

3



2 Factores Hidráulicos

MODELACIÓN HIDRÁULICA BIDIMENSIONAL
HEC RAS 5
FLOW-R

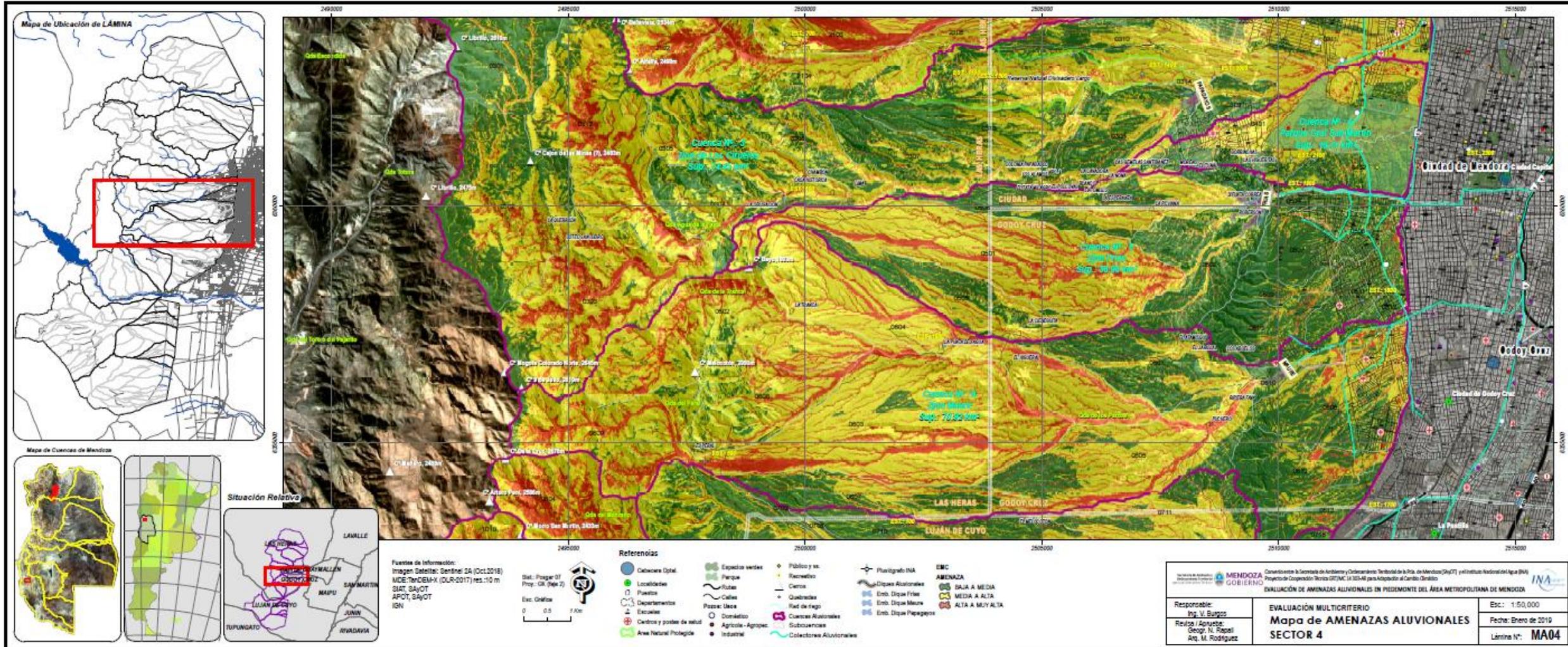


MAPA DE AMENAZA ALUVIONAL

- BAJA A MEDIA
- MEDIA A ALTA
- ALTA A MUY ALTA

Mapa de Amenaza Aluvional

3



Propuestas Técnicas

RESTRICCIÓN HIDROLÓGICA = “EL CAUDAL PARA TR=5 AÑOS EN LA SITUAC. URBANIZADA DEBE SER MENOR O IGUAL A LA CONDICIÓN NATURAL”

Hidrogramas TR=5 años

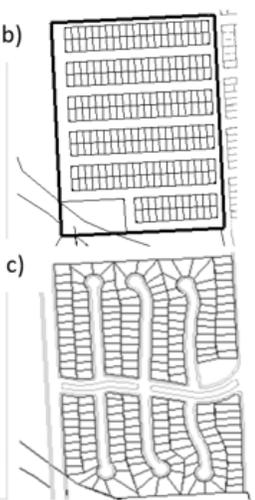
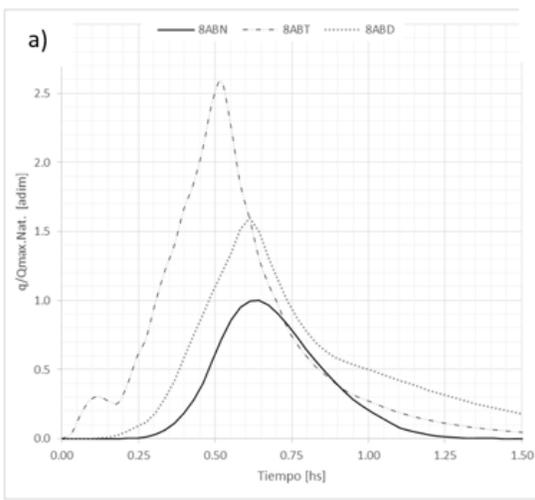
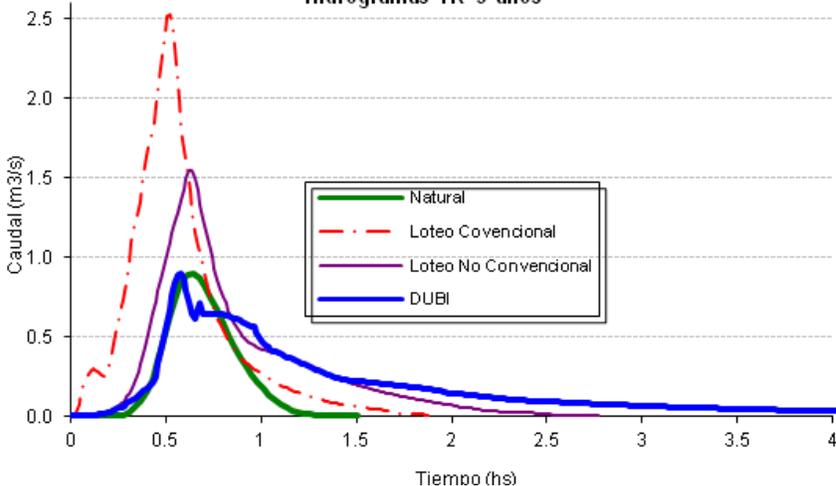


Fig. 1: a) Hidrogramas de salida para caso SAB (SABN:escenario pre-antropical, SABT: diseño urbano tradicional y SABD: DUBI, b) Diseño Tradicional, c) Diseño DUBI

POZOS DE INFILTRACIÓN



JARDINES DE LLUVIA



PAUTAS DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN)

+

Obras de Infraestructura de Defensa Aluv.

Sist. Presa Chacras de Coria y O. complementarias

Propuestas de drenaje pluvial urbano no convencional en Mendoza

Victor Burgos, Clarisa Israel, Sabrina Miranda, Natalia Roth
 Instituto Regional de Estudios del Agua (IREA). Fac.Reg.Mendoza, UTN,
 vhburos@yahoo.com.ar

Soluciones Internacionales



USA

<https://web.uri.edu/riss/west-kingston-business/> <https://www.sudswales.com/types/source-control/infiltration/>



Gales

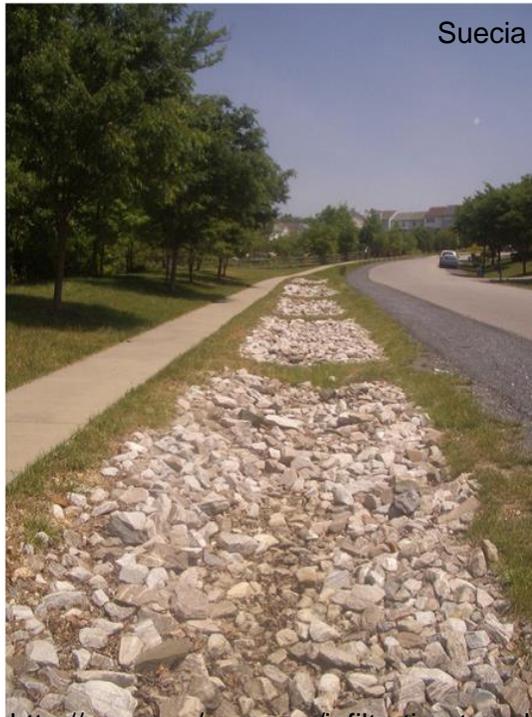


Ohio, USA

<http://richlandswcd.net/services/water/stormwater/epa-best-practices>



San Diego, USA



Suecia

<http://nwrn.eu/measure/infiltration-trenches>



Australia

<http://www.arri.com.au/water/products/pressure-dosed-infiltration-trenches/>



Australia

Soluciones Internacionales



Gales

<https://www.sudswales.com/types/passive-treatment/detention-basins/>
National Surface Water Management



Dundee, Escocia (2007)



Houston, USA

<http://www.storm-tex.com/category/detention-pond/>



Porto Alegre, BR

<http://mapio.net/pic/p-42984915>

DETENCIONES / RETENCIONES TEMPORALES (DETENTION PONDS)

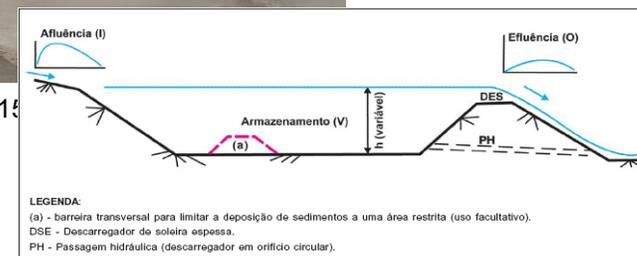
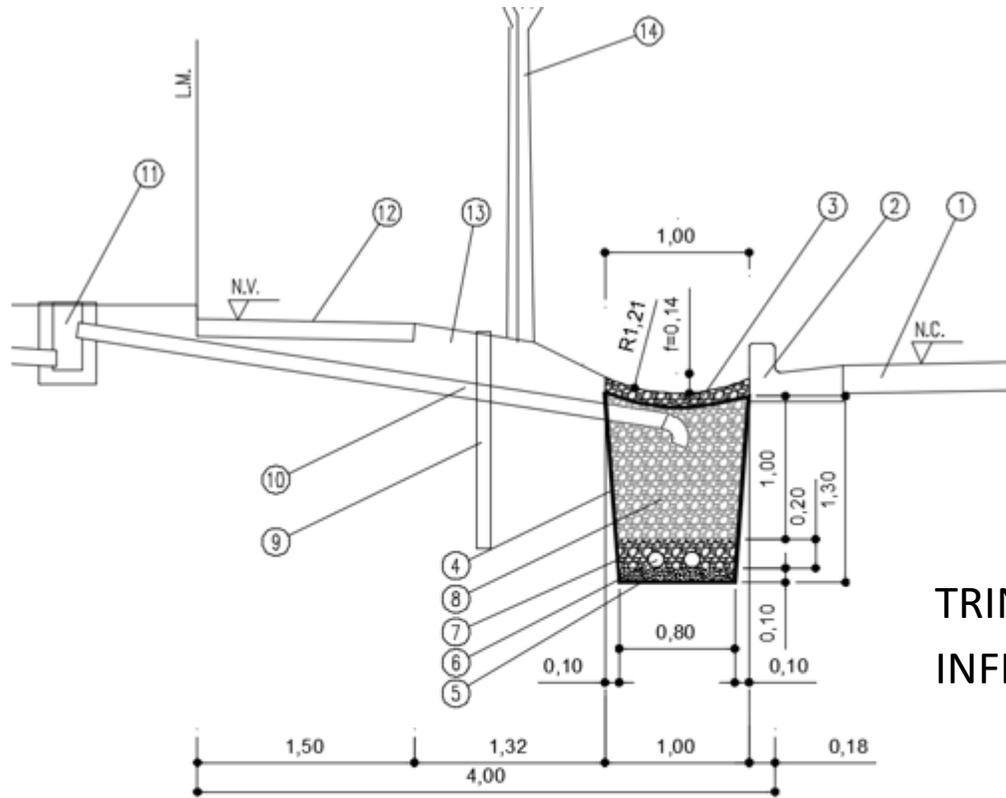


Figura 3 - Exemplo ilustrativo da lógica de aplicação do método de level pool routing.

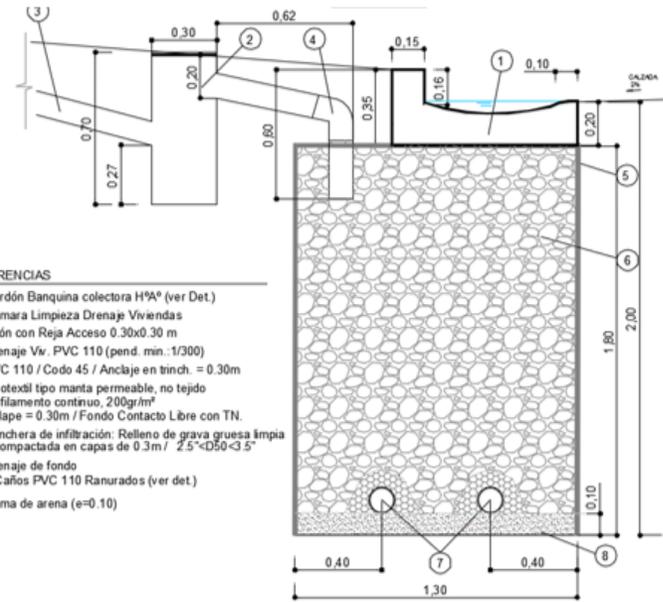
Propuestas Técnicas



Ref.: 1: Calzada; 2: Cordón Banquina; 3: Capa de grava gruesa $d=2''$, $e=0.12m$ compactada manualmente; 4: Manta geotextil no tejida $150gr/m^2$; 5: Cama de arena, $e=0.20m$; 6: Dren, 2 caños PVC 110 ranurados, aserrado $e=3mm$, $L=100mm$, $sep.:200mm$; 7: 1° relleno grava gruesa lavada $d=1''$; 8: 2° relleno grava gruesa $2,5''$ en capas de $20cm$; 9: Riego forestal individual; 10: Desagüe pluvial domiciliario, caño PVC 110; 11: Pileta de piso abierta, reja $15x15$; 12: Vereda; 13: Espacio verde; 14: Forestal

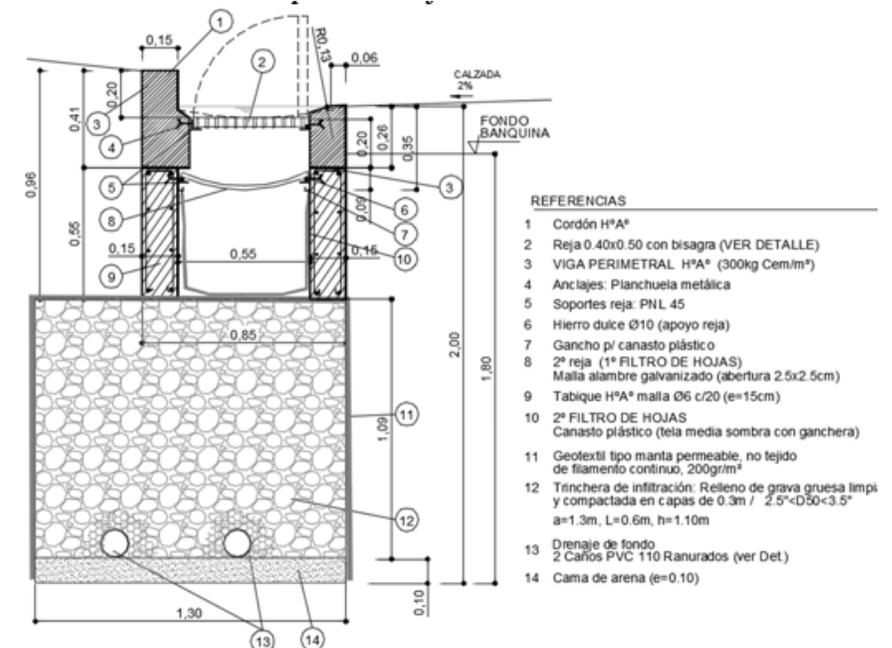
Fig. 3: Detalle de una Trinchera de Infiltración

TRINCHERAS DE INFILTRACIÓN



- REFERENCIAS
- 1 Cordón Banquina colectora H⁹A* (ver Det.)
 - 2 Cámara Limpieza Drenaje Vvendas Sifón con Reja Acceso 0.30x0.30 m
 - 3 Drenaje Vv. PVC 110 (pend. mín.: 1/300)
 - 4 PVC 110 / Codo 45 / Anclaje en trinch. = 0.30m
 - 5 Geotextil tipo manta permeable, no tejido de filamento continuo, 200gr/m² Solape = 0.30m / Fondo Contacto Libre con TN.
 - 6 Trinchera de infiltración: Relleno de grava gruesa limpia y compactada en capas de 0.3m / 2.5°<D50<3.5°
 - 7 Drenaje de fondo 2 Caños PVC 110 Ranurados (ver det.)
 - 8 Cama de arena (e=0.10)

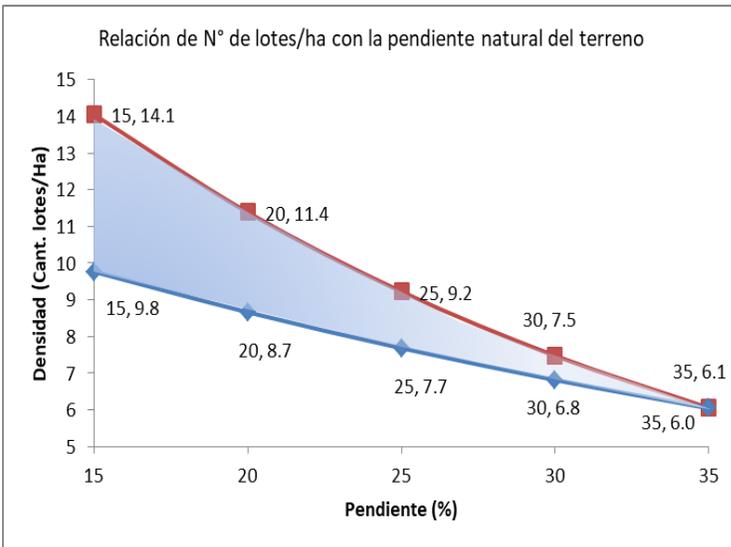
Fig. 5: Detalle de Trinchera de Infiltración bajo banquina y Cámara de Limpieza drenaje intralote



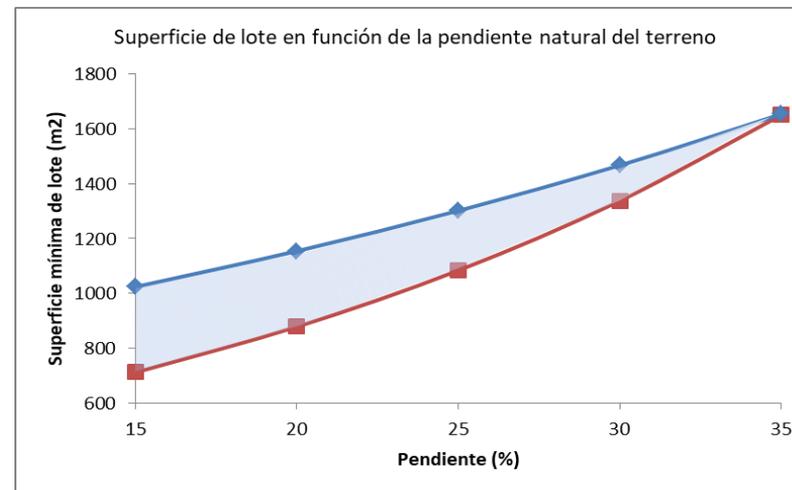
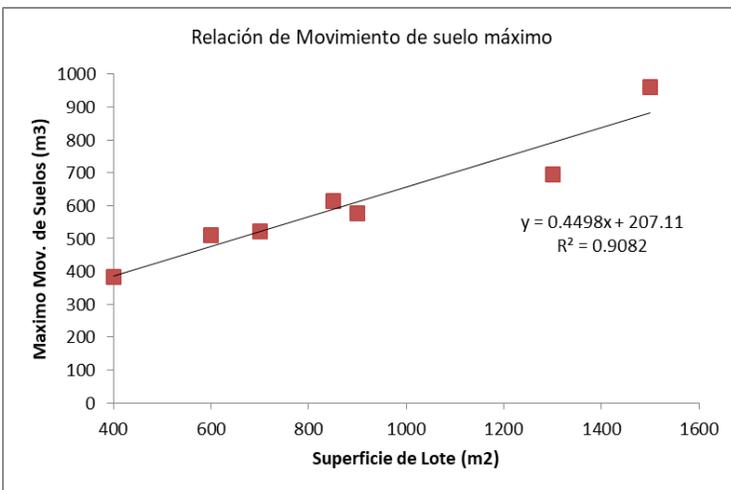
- REFERENCIAS
- 1 Cordón H⁹A*
 - 2 Reja 0.40x0.50 con bisagra (VER DETALLE)
 - 3 VIGA PERIMETRAL H⁹A* (300kg Cem/m³)
 - 4 Anclajes: Planchuela metálica
 - 5 Soportes reja: PNL 45
 - 6 Hierro dulce Ø10 (apoyo reja)
 - 7 Gancho p/ canasto plástico
 - 8 2ª reja (1ª FILTRO DE HOJAS) Malla alambre galvanizado (apertura 2.5x2.5cm)
 - 9 Tabique H⁹A* malla Ø6 c/20 (e=15cm)
 - 10 2ª FILTRO DE HOJAS Canasto plástico (tela media sombra con ganchera)
 - 11 Geotextil tipo manta permeable, no tejido de filamento continuo, 200gr/m²
 - 12 Trinchera de infiltración: Relleno de grava gruesa limpia y compactada en capas de 0.3m / 2.5°<D50<3.5° a=1.3m, L=0.6m, h=1.10m
 - 13 Drenaje de fondo 2 Caños PVC 110 Ranurados (ver Det.)
 - 14 Cama de arena (e=0.10)

Fig. 6: Detalle de Boca de Tormenta con filtros y Trinchera de Infiltración

Propuestas Técnicas



RESTRICCIONES (FOS/FOT)



TRAMPAS DE AGUA

Pedrani, A.; Mariani, A.; Vich, A; Nave, M. (1993) *Ensayo con trampas de agua como una alternativa para la corrección de torrentes en el piedemonte*. Mendocino. Multequina, 2.pp251-257

Se sugieren pautas legales para facilitar el Ordenamiento del PAMM

SubPrograma 1C (PPOT) fundamenta la visión y gestión integral de áreas de diferentes unidades político- administrativas pero con características y problemáticas socio-territoriales afines (por ejemplo, áreas urbanas compartidas por dos o más municipios, áreas de regímenes especiales, entre otras).

El Área de Piedemonte ha sido categorizada en la misma Ley N° 8999 como un “Área Sujeta a Regímenes Especiales”.

AVANZAR EN UN *REGLAMENTO ÚNICO, CONSENSUADO Y CONCURRENTE* DE OCUPACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL ÁREA DE PIEDEMONTES DE AMM, bajo los lineamientos del PPOT Ley N° 8.999

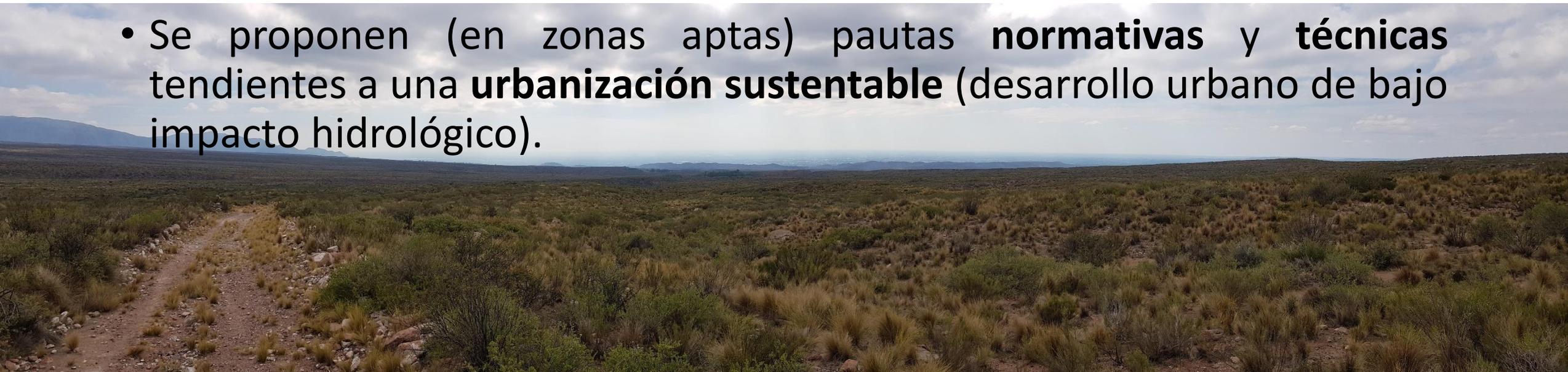
Propuestas Normativas

Características mínimas del Código de Ocupación

- Son sujetos obligados los municipios involucrados y la Autoridad de Aplicación de la normativa Provincial.
- Existen competencias Concurrentes que seguirán existiendo (por otros marcos legales vigentes como la Ley Nº 5.961) pero la zonificación de los usos del suelo debe realizarse **conforme a los criterios técnicos-científicos establecidos en el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial.**
- Debería incluir directrices, pautas concretas y de cumplimiento obligatorio que permitirán revertir las problemáticas territoriales detectadas basado en las pautas técnicas de este estudio y los antecedentes que se consideren.
- En función de la delimitación de amenazas y su graduación, se propone:
 - **Zonas de alta amenaza: zonas NO ocupables.** Cauces aluvionales/amenazas diversas. Reducir la exposición en las cercanías a las zonas de rivera. Se sugiere un mínimo de 10 metros. Establecimiento de corredores biológicos y figuras de conservación de servicios ecosistémicos.
 - **Zonas de amenaza media: zonas ocupables con restricciones.** Mantener los criterios técnicos acorde a cada escala (parcela, barrio o emprendimiento) y consideración de obras de mitigación hidráulica para múltiples emprendimientos. Superficies condicionadas según uso, densidades bajas de ocupación, movimiento de suelo y pendientes sugeridas. Manutención mayores porcentajes de vegetación nativa
 - **Zonas de baja amenaza: zonas ocupables con criterios mínimos.** Mantener siempre porcentajes de cobertura vegetal nativa, mantener criterios mínimos de manera de no generar zonas no aptas aguas abajo (verde a rojo).

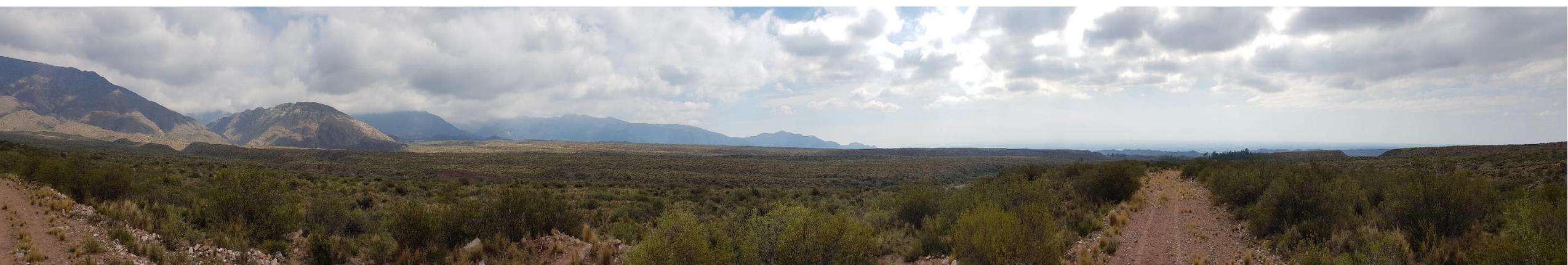
Discusión, Reflexiones y Conclusiones

- Se evaluaron las amenazas aluvionales con el objetivo de **aportar conocimiento** a los fines del OT y GDR.
- Se estimaron los impactos hidrológicos que causan los incendios, el avance urbano no planificado y el CC.
- El mapa final de Amenazas Aluvionales sintetiza, todas las variables utilizadas para caracterizar la **peligrosidad** de la situación aluvional actual.
- Se proponen (en zonas aptas) pautas **normativas** y **técnicas** tendientes a una **urbanización sustentable** (desarrollo urbano de bajo impacto hidrológico).



Líneas de Acción Futuras

- Se seguirán analizando resultados y validando los modelos empleados para aportar conocimiento, proponiendo una **mejora al Sistema de Alerta Hidrometeorológico**.
- Se debieran incorporar estos resultados en un estudio posterior de **RIESGOS** considerando la **Vulnerabilidad** (física, social y ambiental) y la incorporación de posibles intervenciones (infraestructura, servicios, etc.) que permita avanzar en la **Gestión Integral de Riesgos a Desastres Hídricos** minimizando los potenciales daños.



Agenda de Trabajo Conjunta

- Decreto 219/19: plazo de 12 meses suspensión de procedimientos de EIA.
- Propuesta: 7 meses de trabajo en el marco de la Comisión de Piedemonte. (apoyo APOT, UEA, Comisión de Análisis Normativo PPOT)
- Próximos pasos:
 - Comisión de Piedemonte: analizar los estudios en vinculación con los planes de OT que se encuentra trabajando cada municipio, de manera de unificar criterios.
 - Reuniones de trabajo con la Dirección de Hidráulica para definir figura legal y proyecto de protección de zonas de máxima amenaza (cauces)
 - Continuación con el Programa de Inspecciones Programadas por parte de la SAyOT.
 - Proponer cambios a normativa vigente (Comisión de Análisis Normativo) según consideraciones para el área. (Excepciones IPV).

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Ing. Victor H. Burgos



Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento Territorial

Secretario de
Ambiente y OT

Lic. Humberto
Mingorance

Equipo APOT:

Geóg. Nadia Rapali
Arq. Silvina Liceda
Arq. Carolina Pérez
Lic. Germán Micic

Equipo ACC:

Sebastián Melchor
Arq. Mariela López Rodríguez



**Instituto Nacional del Agua
Centro Regional Andino
(INA-CRA)**

vburgos@ina.gov.ar
vhburgos@yahoo.com.ar

Equipo Técnico:

Lic. Ana P. Salcedo
Ing. Lucas Martínez
Ing. Nadine Gärtner
Lic. Mauricio Buccheri
Ing. Agr. Carlos Mirábile
Abog. María Davico
Abog. Federica Cerezo Dussel

Colaboradores:

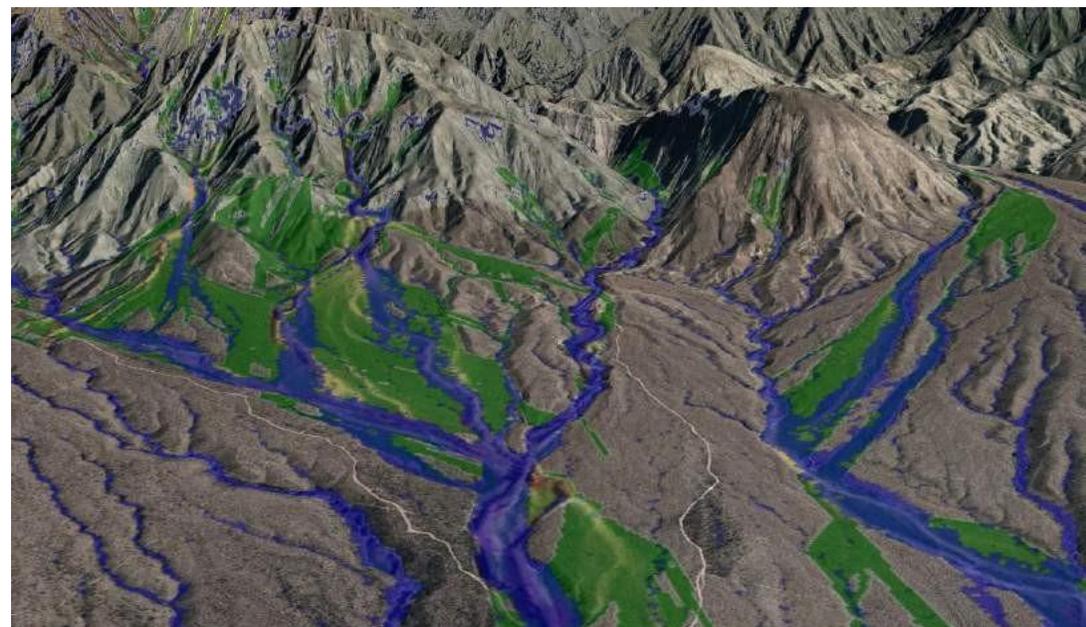
Ing. Jorge Bonilla
Geol. Natalia Salvi
Javier Zarategui

Backup slides

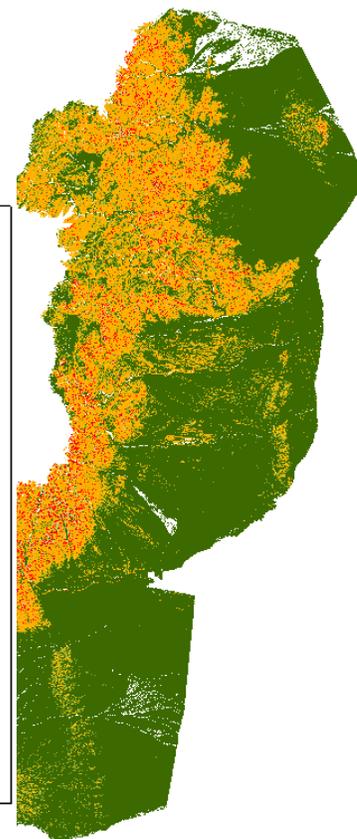
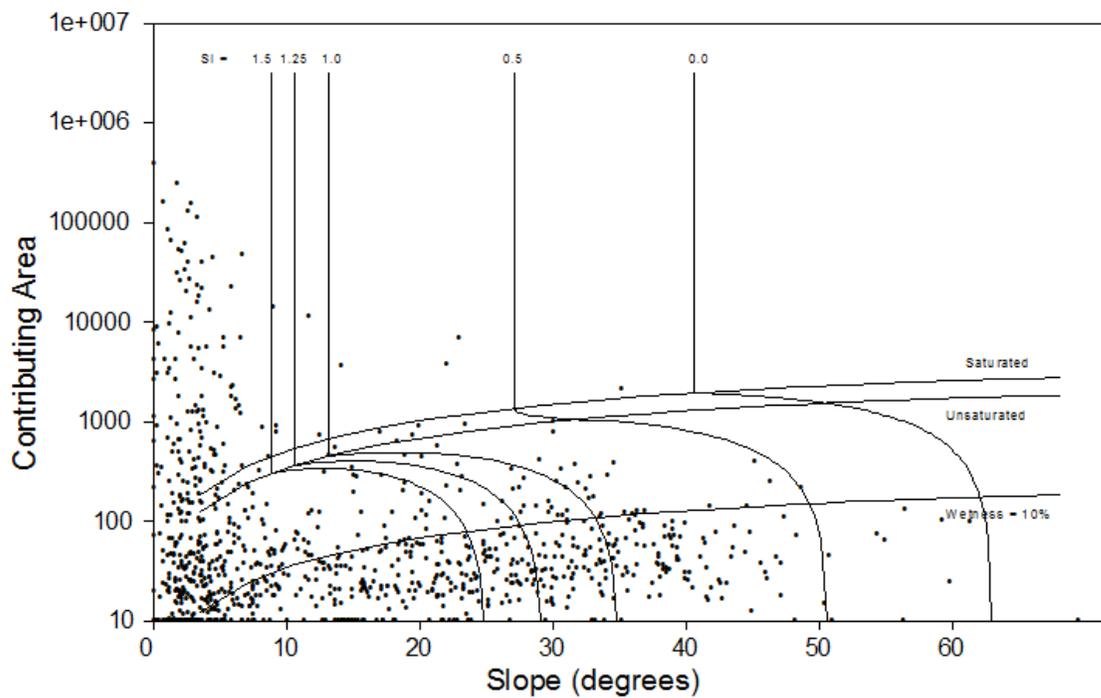
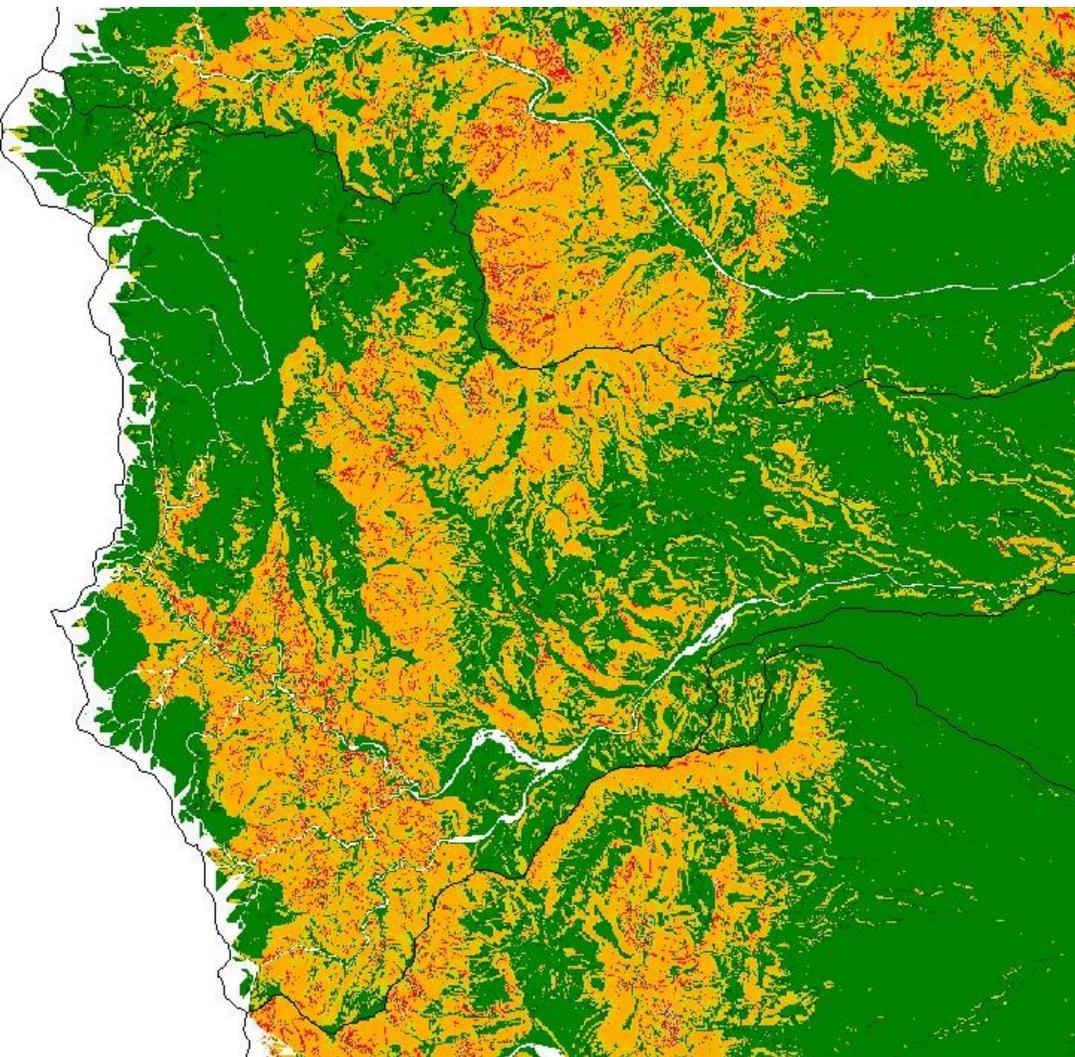
Fuentes FlowR



Flujo Flow-R



Indice Stab



Calibration Region: Region 1

T/R (lower bound)

T/R (upper bound)

Cohesion (lower bound)

Cohesion (upper bound)

Phi (degrees) (lower bound)

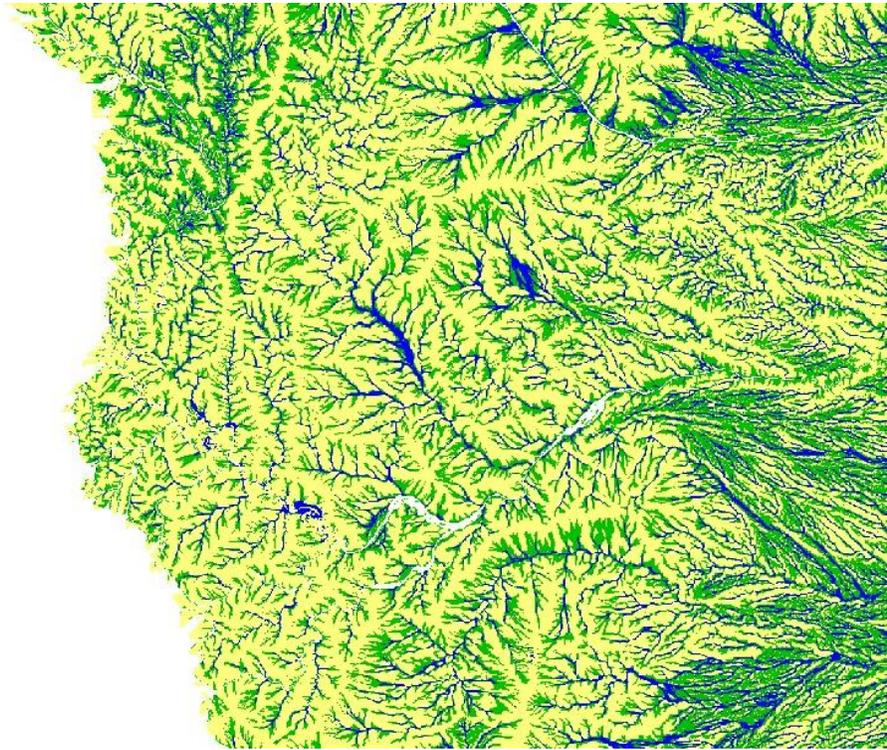
Phi (degrees) (upper bound)

Stability Index

- Stable
- Moderately Stable
- Quasi-stable
- Lower Threshold
- Upper Threshold
- Defended
- No Data

	Stable	Moderately Stable	Quasi-Stable	Lower Threshold	Upper Threshold	Defended	Total
Region 1 Area (km ²)	847.2	78.1	102.1	146.5	13.7	2.9	1190.5
% of Region	71.2	6.6	8.6	12.3	1.2	0.2	100.0

- Indestab
 - 2.334 - 2.667
 - 2.667 - 3
 - No Data
- Indestab
 - 0 - 1.111
 - 1.111 - 2.222
 - 2.222 - 3.333
 - 3.333 - 4.444
 - 4.444 - 5.556
 - 5.556 - 6.667
 - 6.667 - 7.778
 - 7.778 - 8.889
 - 8.889 - 10
 - No Data
- Saturation
 - Saturation Zo
 - Thresold Sa
 - Partially Wet
 - Low Moisture
 - No Data
- Stability Index
 - Stable
 - Moderately S
 - Quasi-stable
 - Lower Thresh
 - Upper Thresh
 - Defended
 - No Data
- Cuencas.shp
 -
- Contributing Area
- Slope
- Flow Direction
- Pit-filled DEM
- Calibration Regions
- Original DEM
- Mde
 - 731.557 - 100
 - 1036.819 - 15



Working directories

Directory to store data:

Directory to save resulting files:

Run definition

1. Choice of the study area:

2. Choice of the rivers layer:

3. Enter run name:

Source areas

Include the following data Backup intermediate grids (not recommended)

<input type="checkbox"/> Distance to rivers (buffer)		Buffer	SC21_isidro_ca1h...
<input checked="" type="checkbox"/> DEM	SC21_DEM	Criteria	above_0100m
<input checked="" type="checkbox"/> Slope	SC06_Slp	Criteria	above_01_deg
<input checked="" type="checkbox"/> Plan curvature	SC21_PCurvat	Criteria	inf-01
<input checked="" type="checkbox"/> Flow accumulation	SC21_isidro_ca1ha (1...	Criteria	DF_extreme_even...
<input type="checkbox"/> Select...	Select...	Criteria	Select...
<input type="checkbox"/> Select...	Select...	Criteria	Select...

Source value: Binary (0/1) Use the value of

Propagation

Propagation calculation

Additional results: Sum of probabilities

Sources triggering mode: Connected areas

Calculation method: Source areas selection:

Spreading algorithm

Directions algorithm:

Inertial algorithm:

Energy calculation

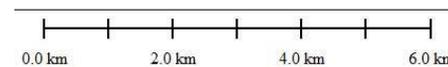
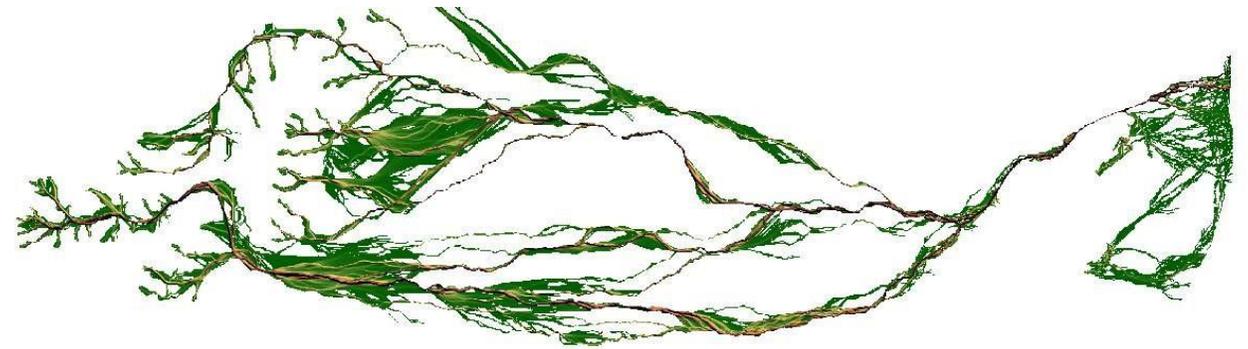
Friction loss function:

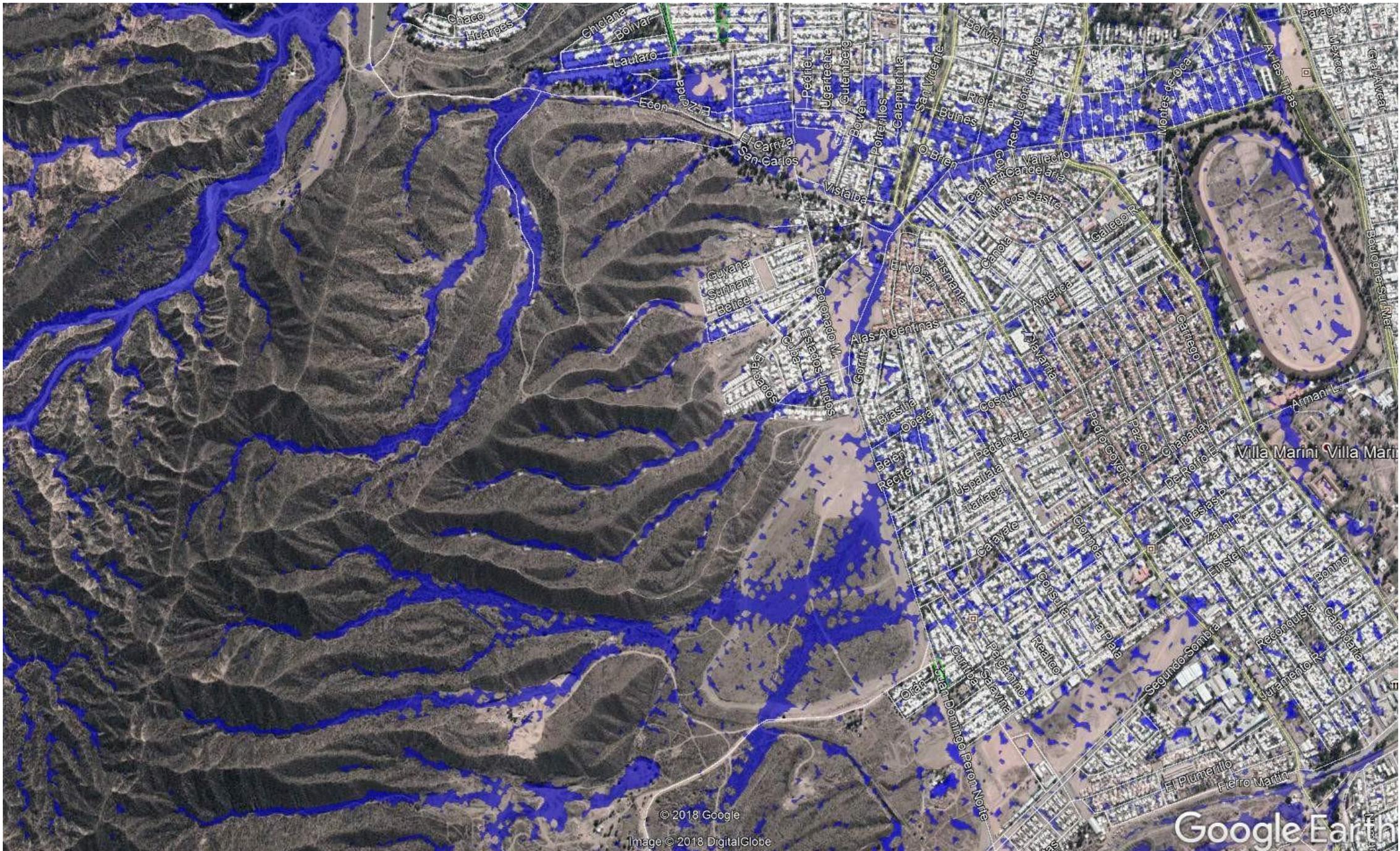
Energy limitaion:

Display options

Display the source areas

Display the propagation extent

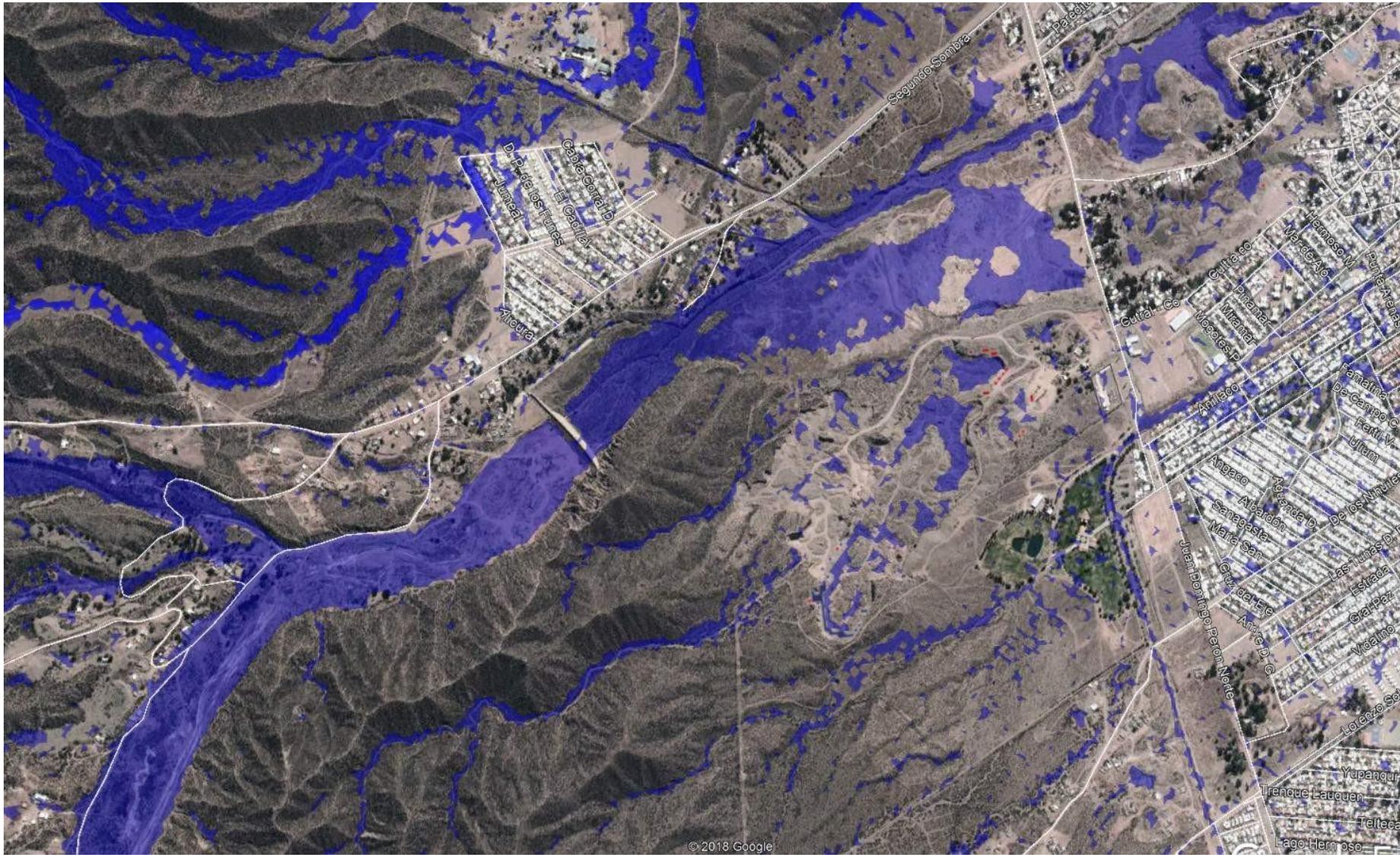




© 2018 Google

Image © 2018 DigitalGlobe

Google Earth



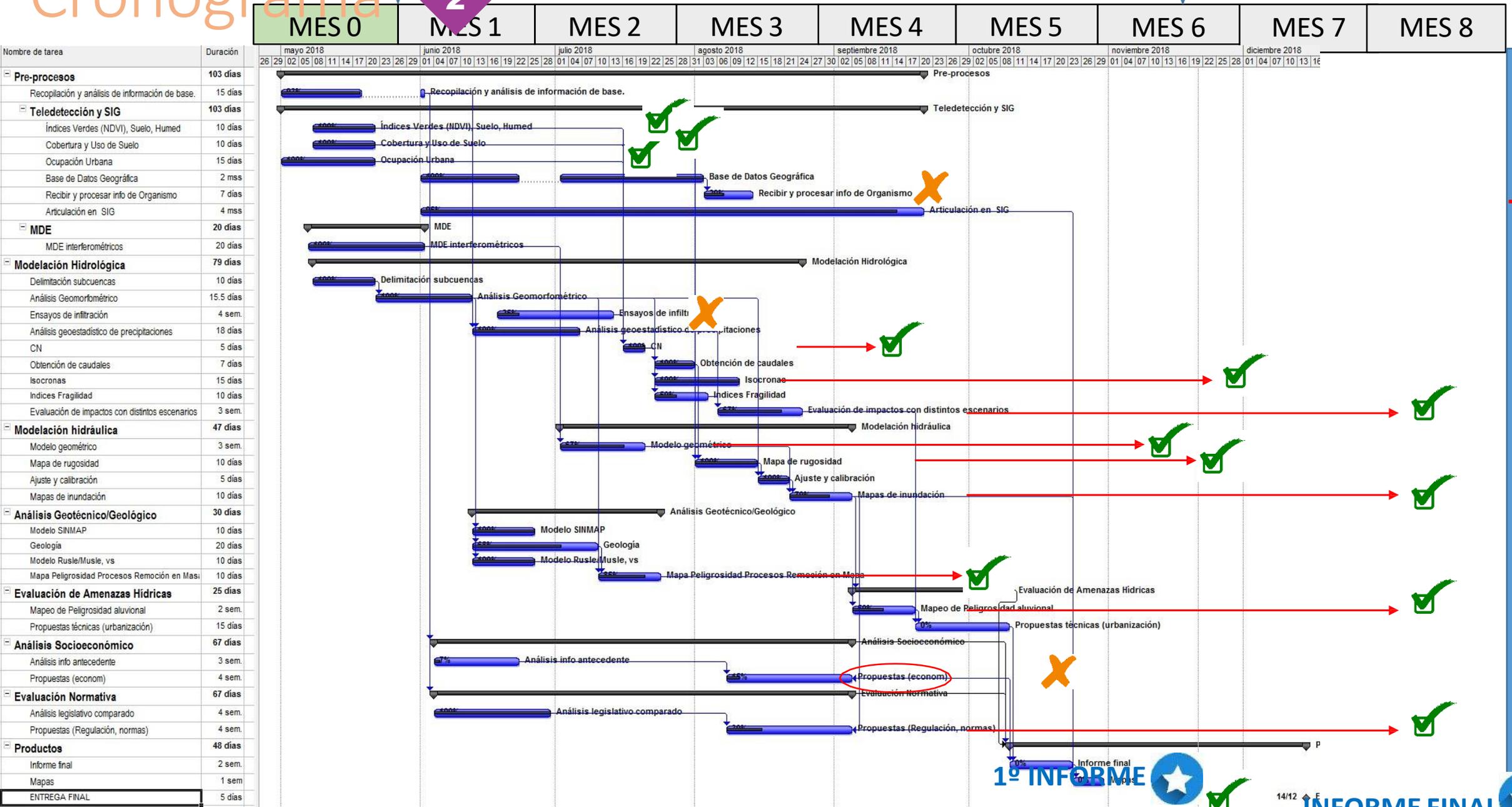
Cronograma

Firma convenio

2

c/pedido prórroga x 3 meses (fin 12/01)

RETRASO



hoy

1º INFORME

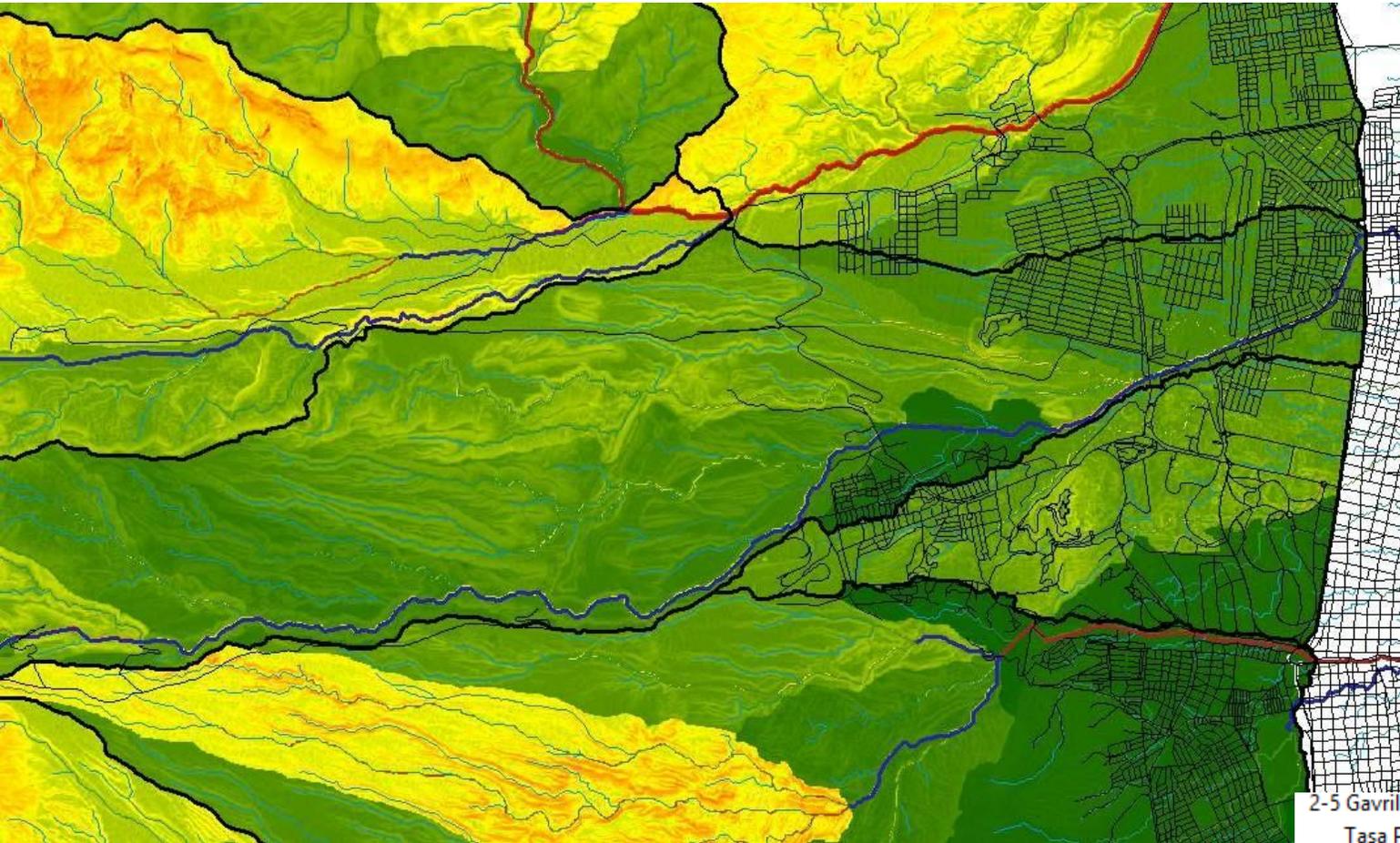


14/12

INFORME FINAL



2 Mapa de Producción de Sedimentos



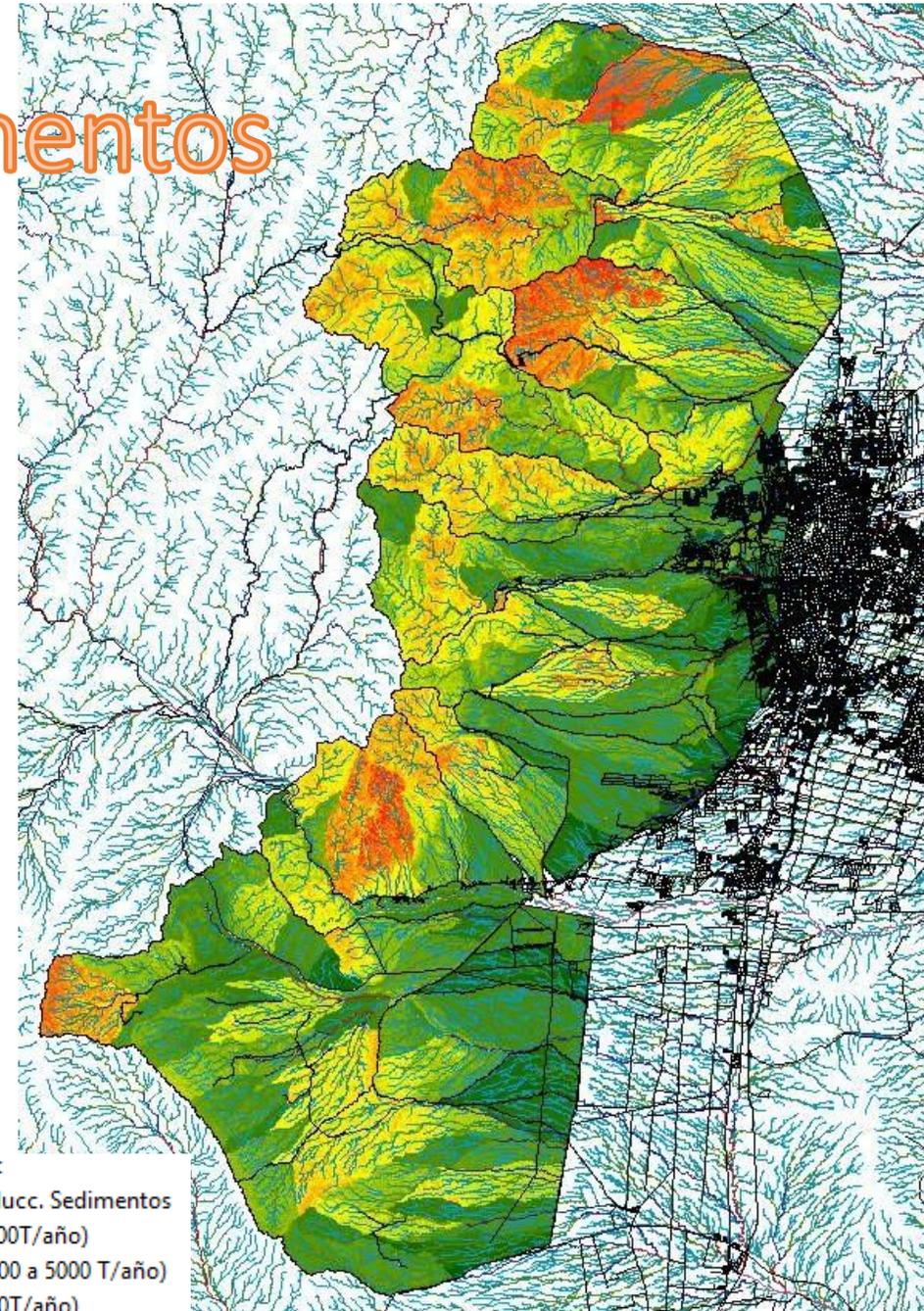
2-5 Gavrilovic

Tasa Produc. Sedimentos

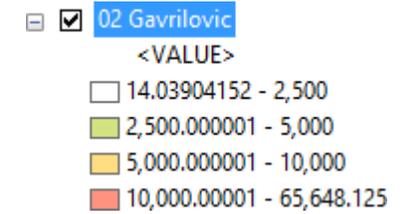
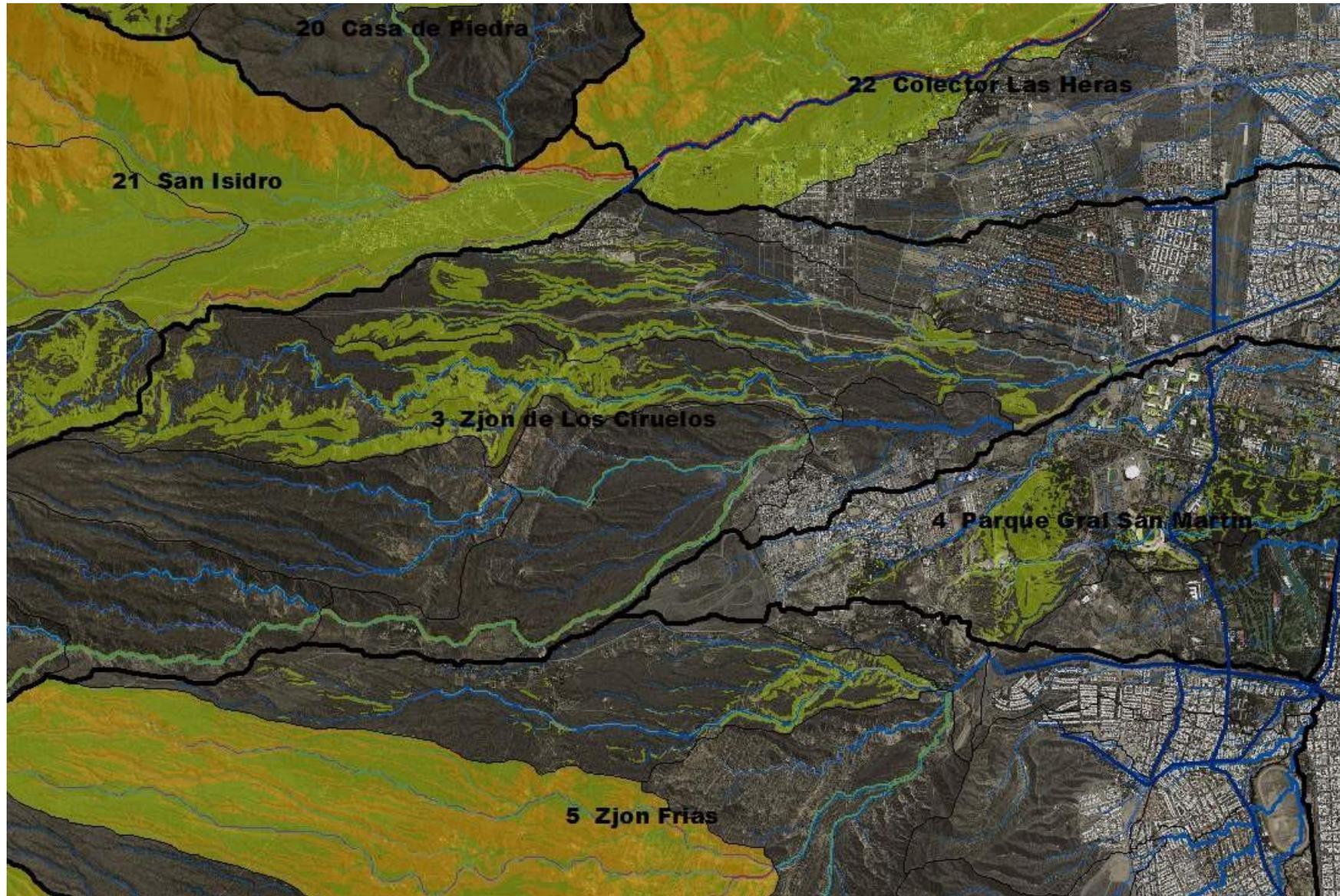
ALTA (> 5000T/año)

MEDIA (1500 a 5000 T/año)

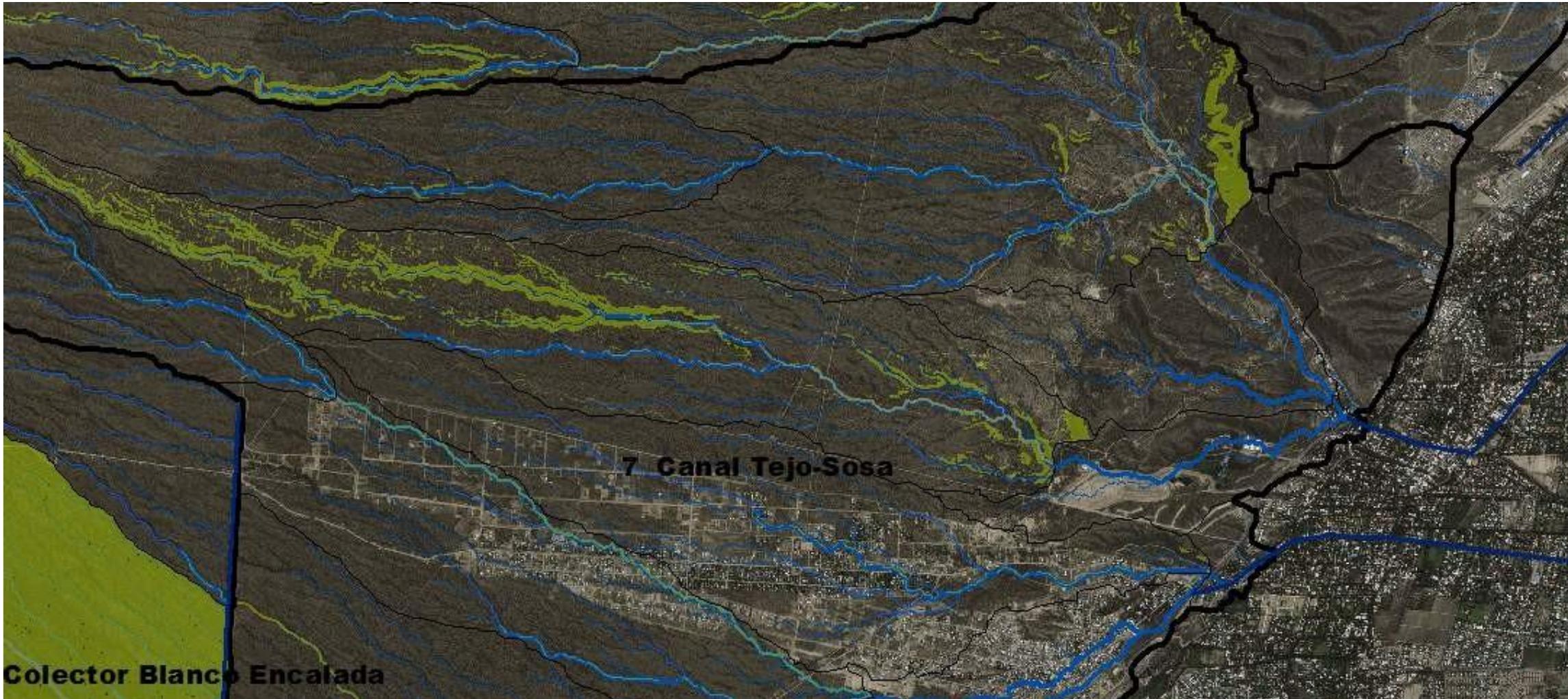
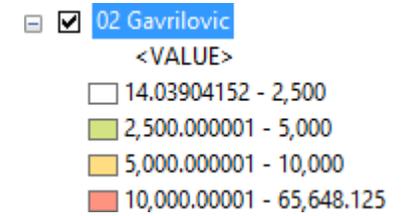
BAJA (< 500T/año)



3 Mapa de Estabilidad Laderas / cárcavas

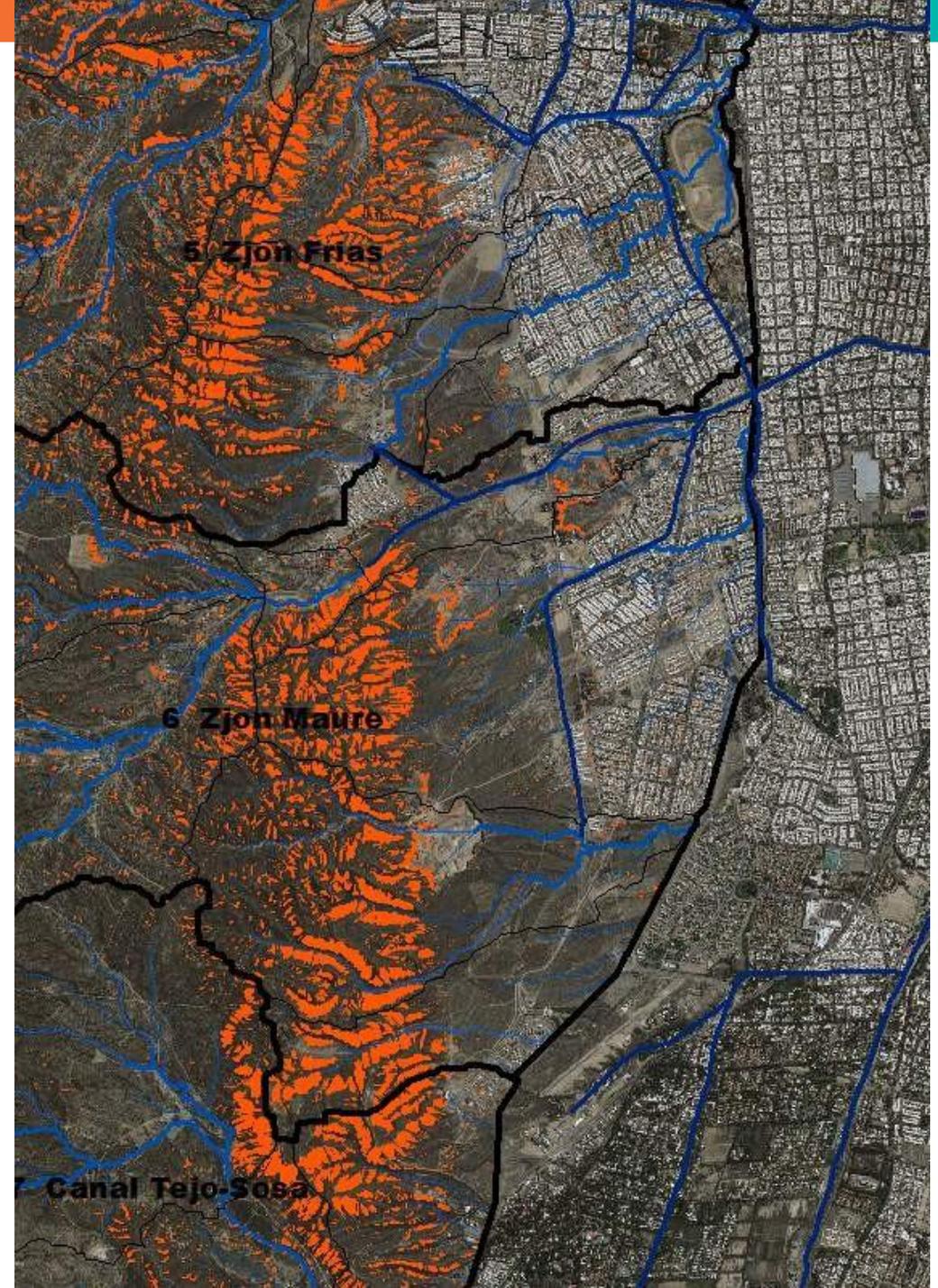
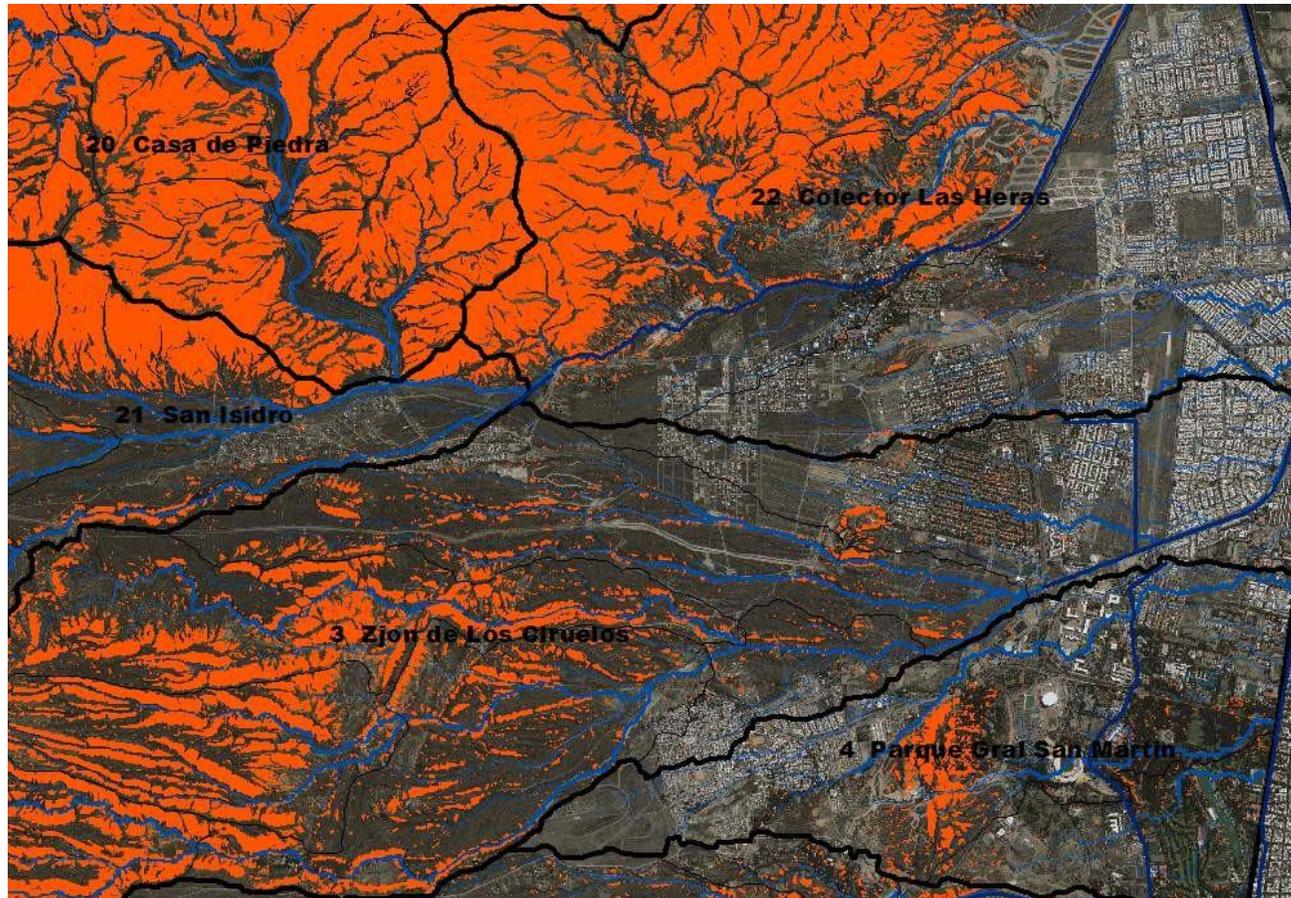


3 Mapa de Estabilidad Laderas / cárcavas

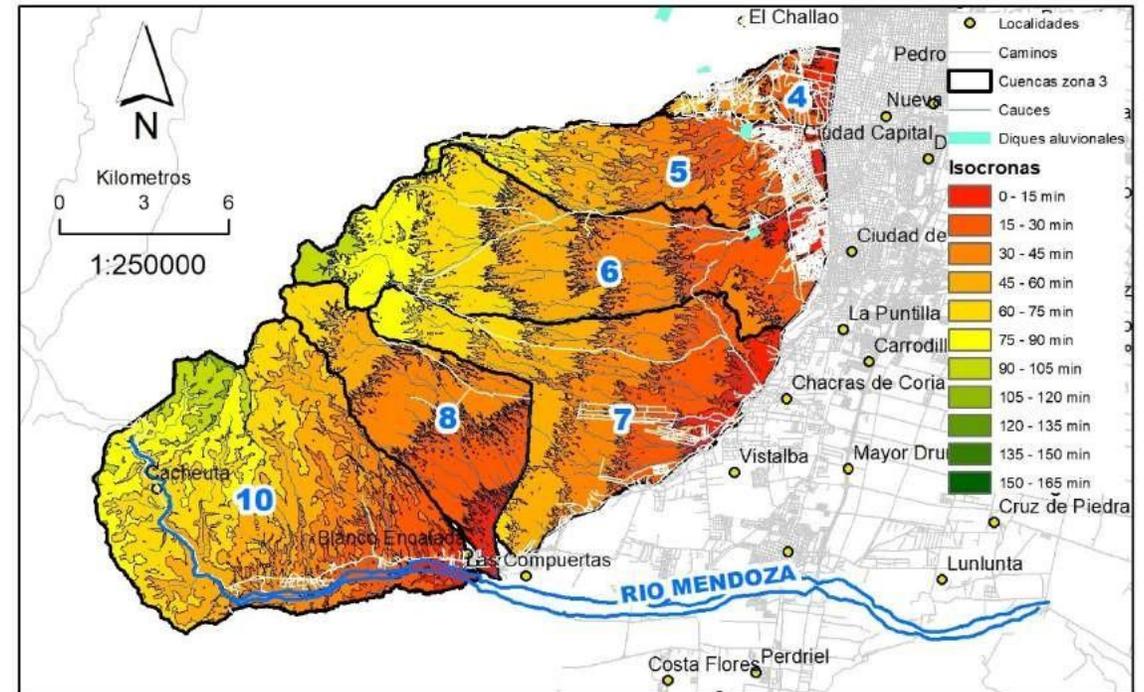
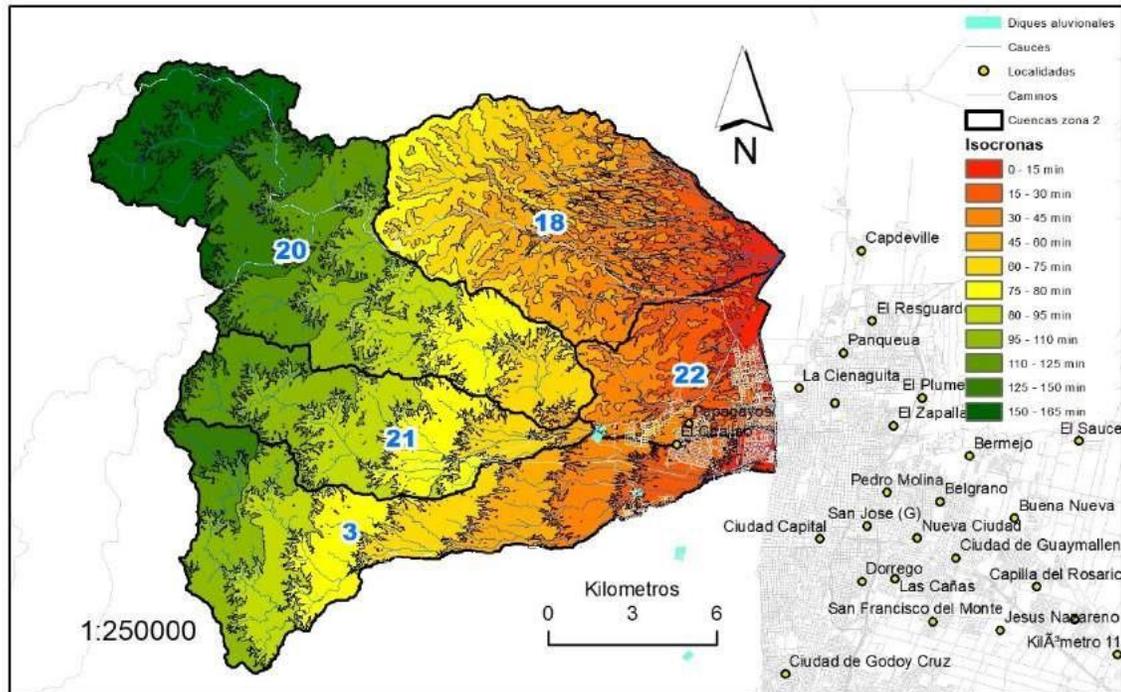


3 Mapa de cárcavas

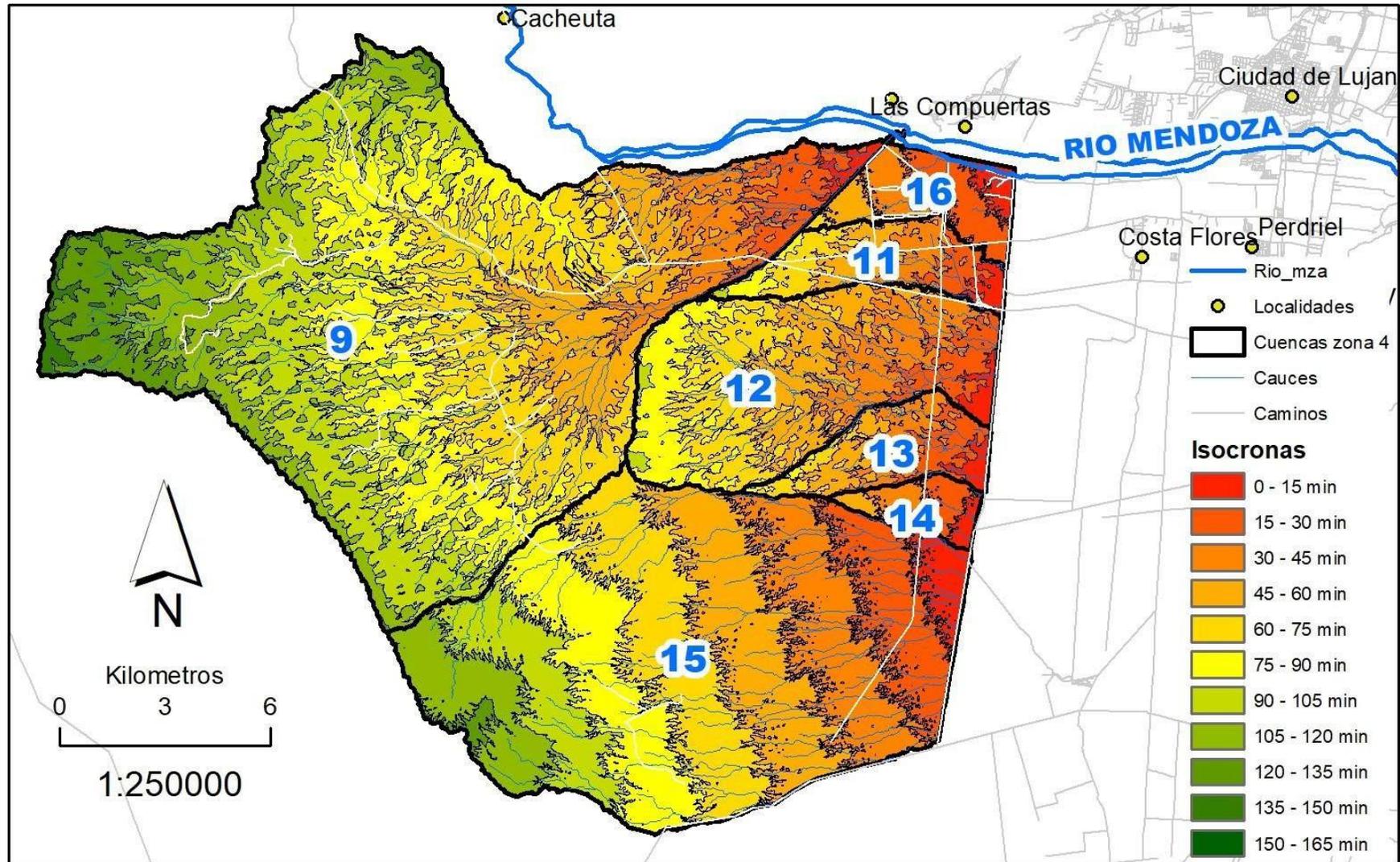
- 03 Inicio Cárcavas
- 1 / Cárcavas
- 100 / No cárcavas



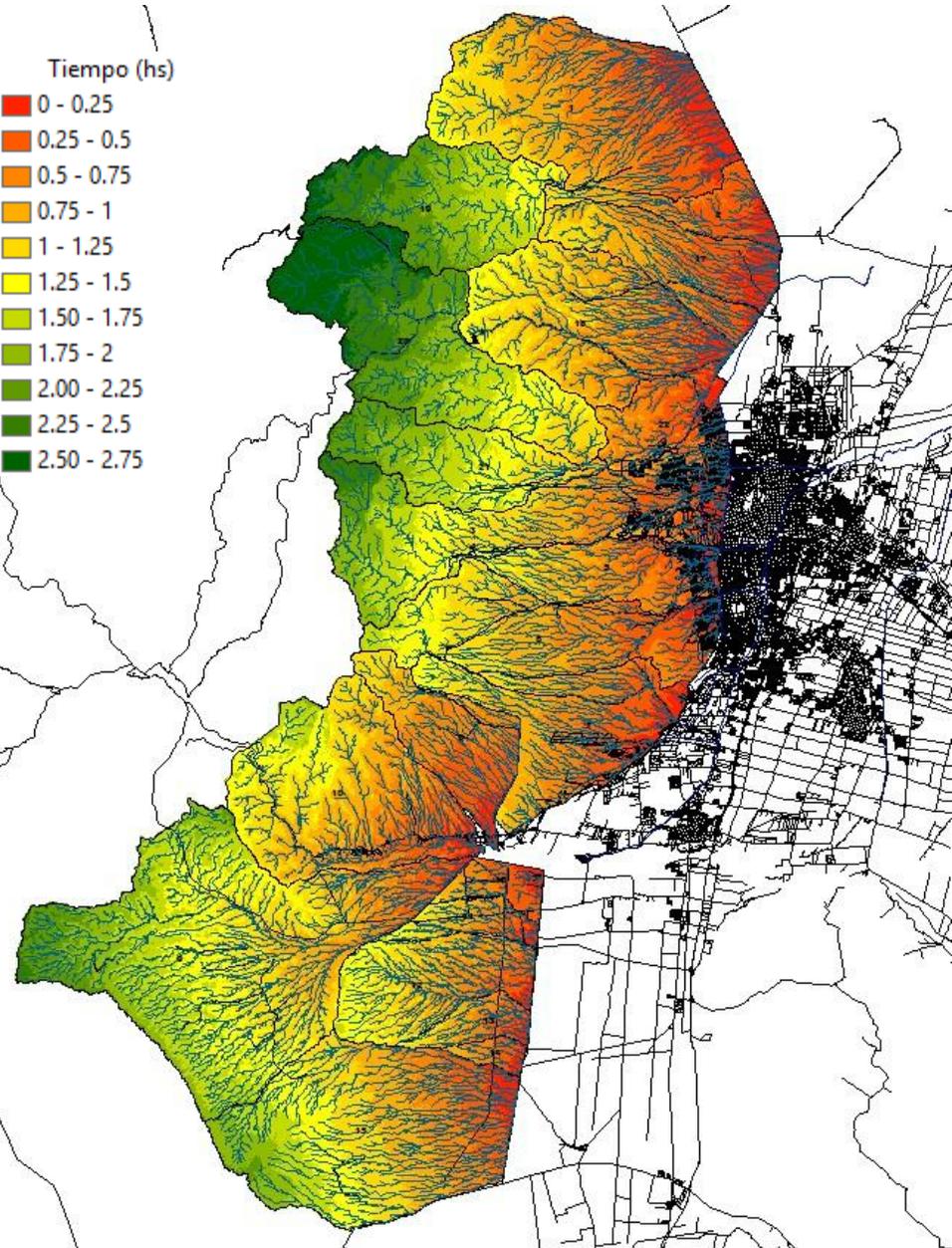
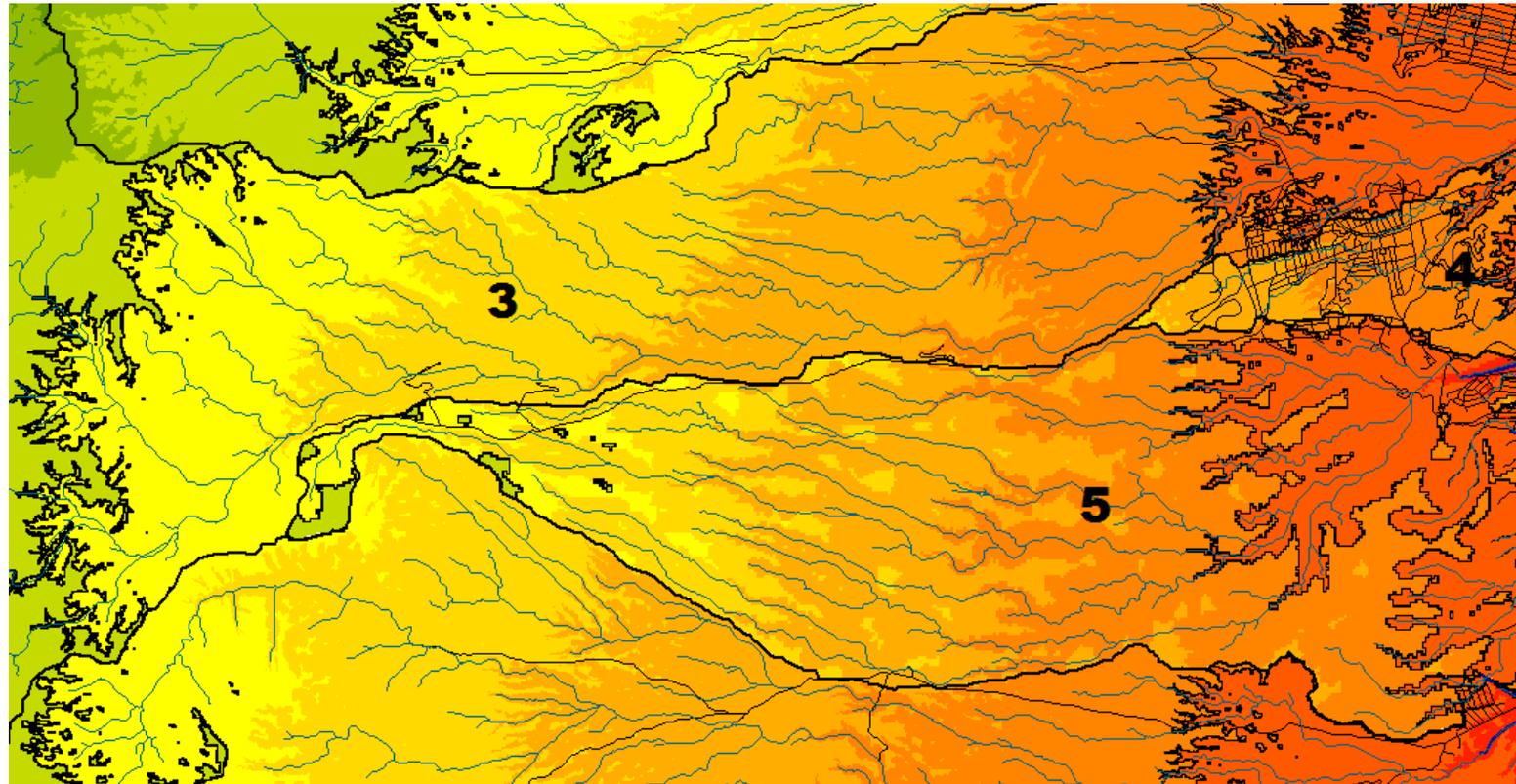
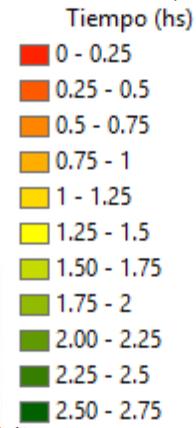
4 Mapa de Isocronas



4 Mapa de Isocronas



4 Mapa de Isocronas



Algunos avances(Flow-R)



Working directories

Directory to store data: D:\HUGOVINA\2018\Piedemonte\FlowRIS [Select]

Directory to save resulting files: D:\HUGOVINA\2018\Piedemonte\FlowRR [Select]

Run definition

1. Choice of the study area: CASO01_VERT [v] [+]

2. Choice of the rivers layer: CASO01_VERT_ca0.1ha [v]

3. Enter run name: RUN21

Source areas

Include the following data [+] Backup intermediate grids (not recommended)

Include	File	Criteria
<input checked="" type="checkbox"/> Distance to rivers (buffer)	VDEM	CASO01_VERT_c... [v]
<input checked="" type="checkbox"/> DEM	VDEM	above_0500m [v]
<input checked="" type="checkbox"/> Slope	VSLOPEDEG	above_10_deg [v]
<input checked="" type="checkbox"/> Plan curvature	VPLANCURV	inf-01 [v]
<input checked="" type="checkbox"/> Flow accumulation	VFACUM	DF_extreme_even... [v]
<input type="checkbox"/> Select...	Select...	Criteria Select... [v]
<input type="checkbox"/> Select...	Select...	Criteria Select... [v]

Source value: Binary (0/1) Use the value of DEM [v]

Propagation

Propagation calculation

Additional results: Sum of probabilities

Sources triggering mode: Connected areas

Calculation method: Complete: propagation of all source areas (long) [v]

Spreading algorithm:

Directions algorithm: Holmgren (1994) modified [v] dh=02.0m_exp=01.0 [v]

Inertial algorithm: weights [v] Gamma_2000 [v]

Energy calculation:

Friction loss function: Perla et al (1980) [v] md=0050_mu=0.01 [v]

Energy limitaion: velocity < [v] 50_mps [v]

Display options

Display the source areas

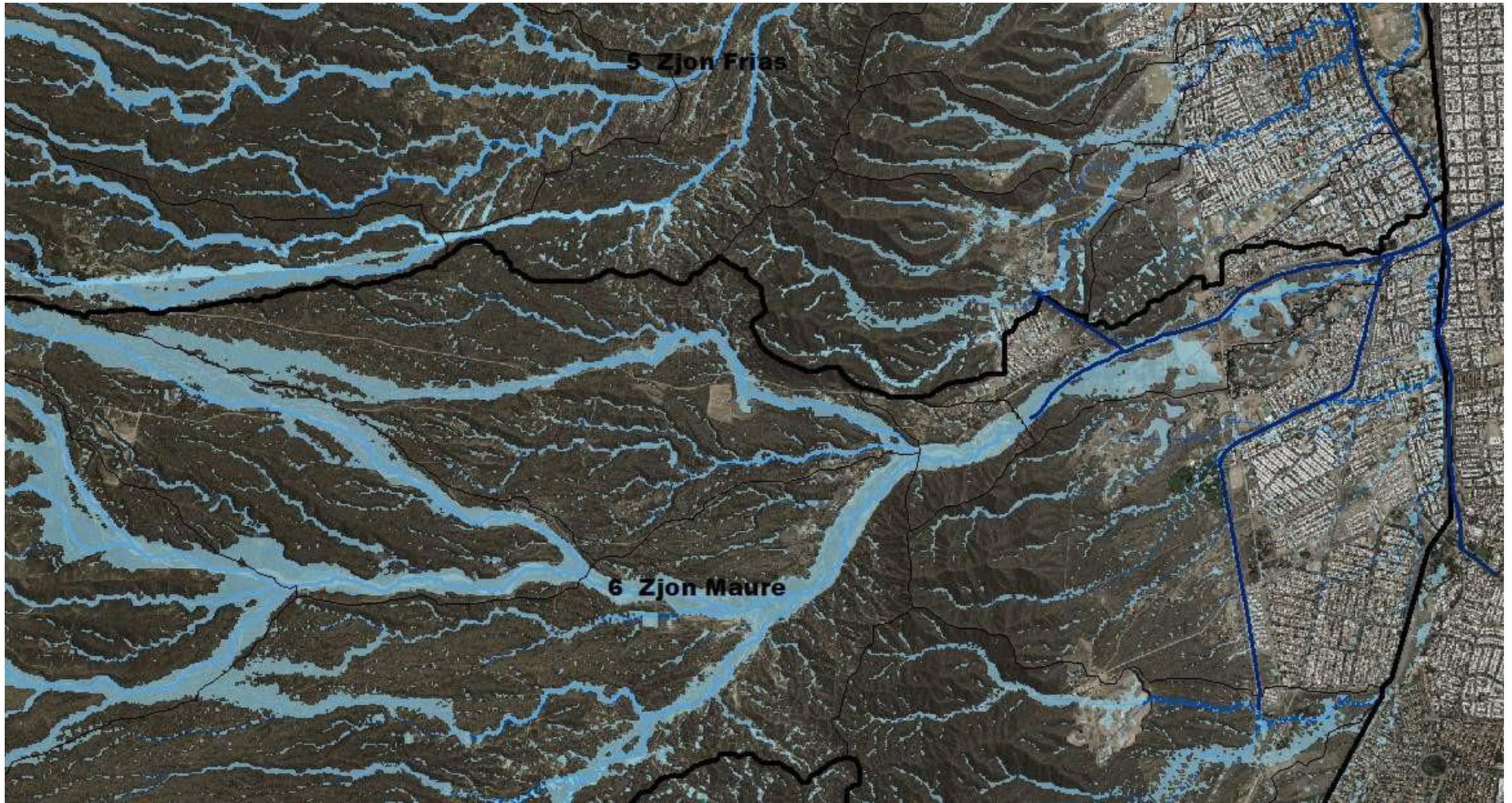
Display the propagation extent

[Run]

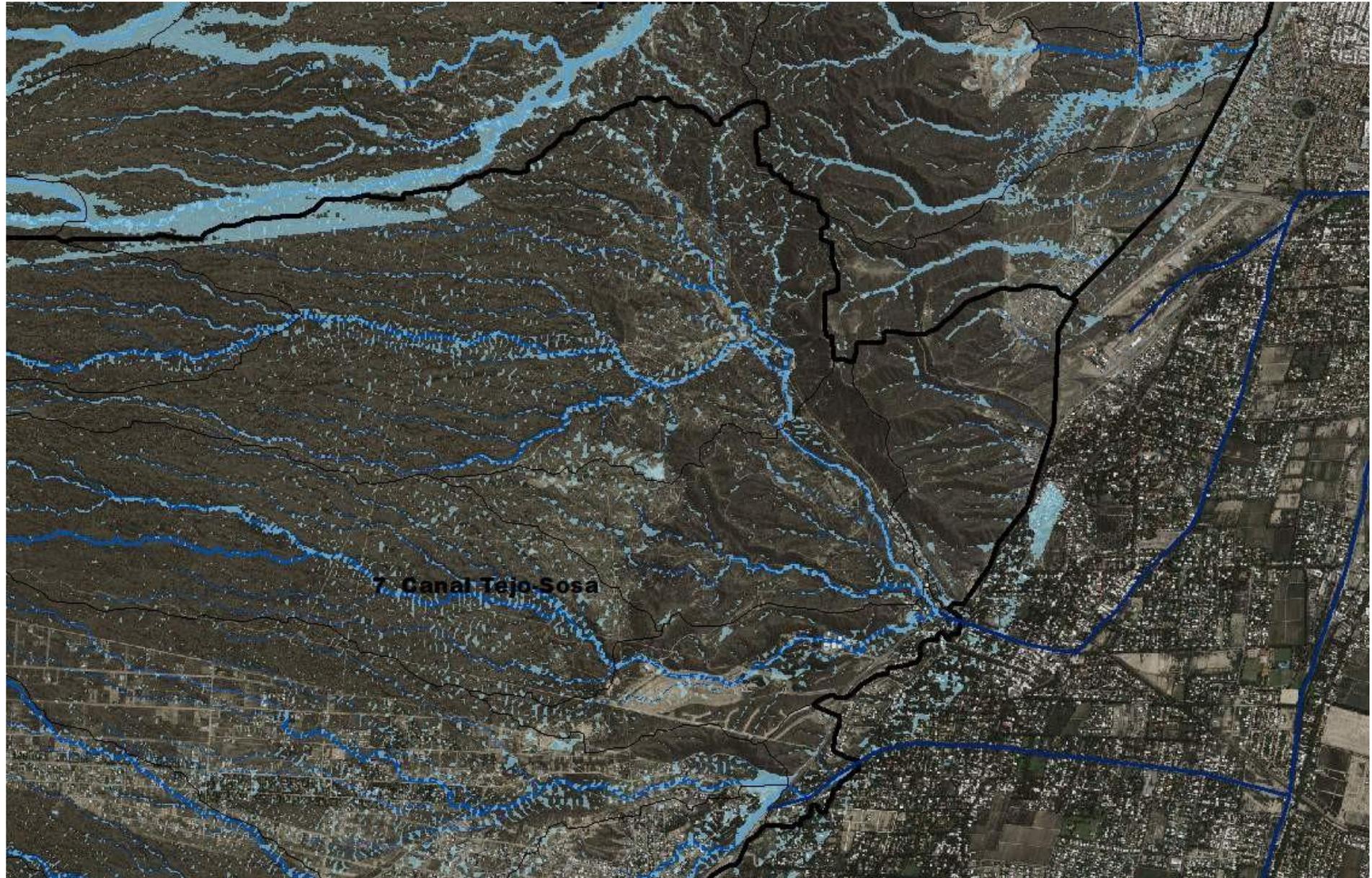
5 Mapa Inundación (HEC RAS bidimensional)



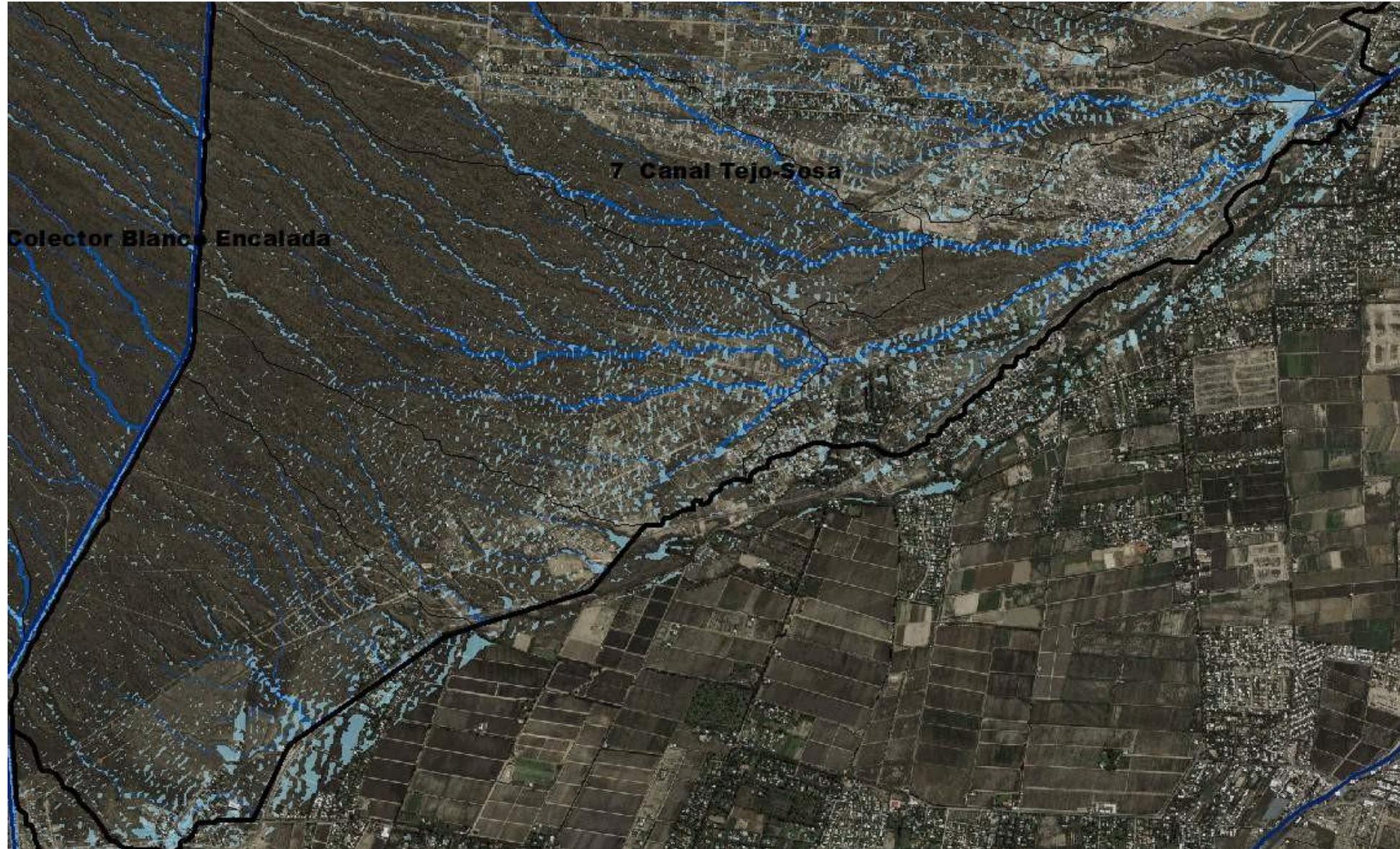
5 Mapa Inundación (HEC RAS bidimensional)



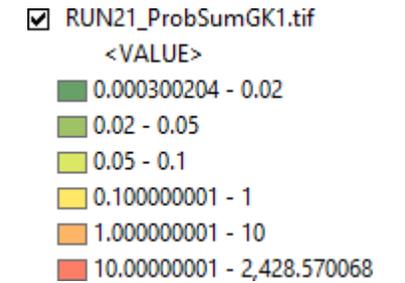
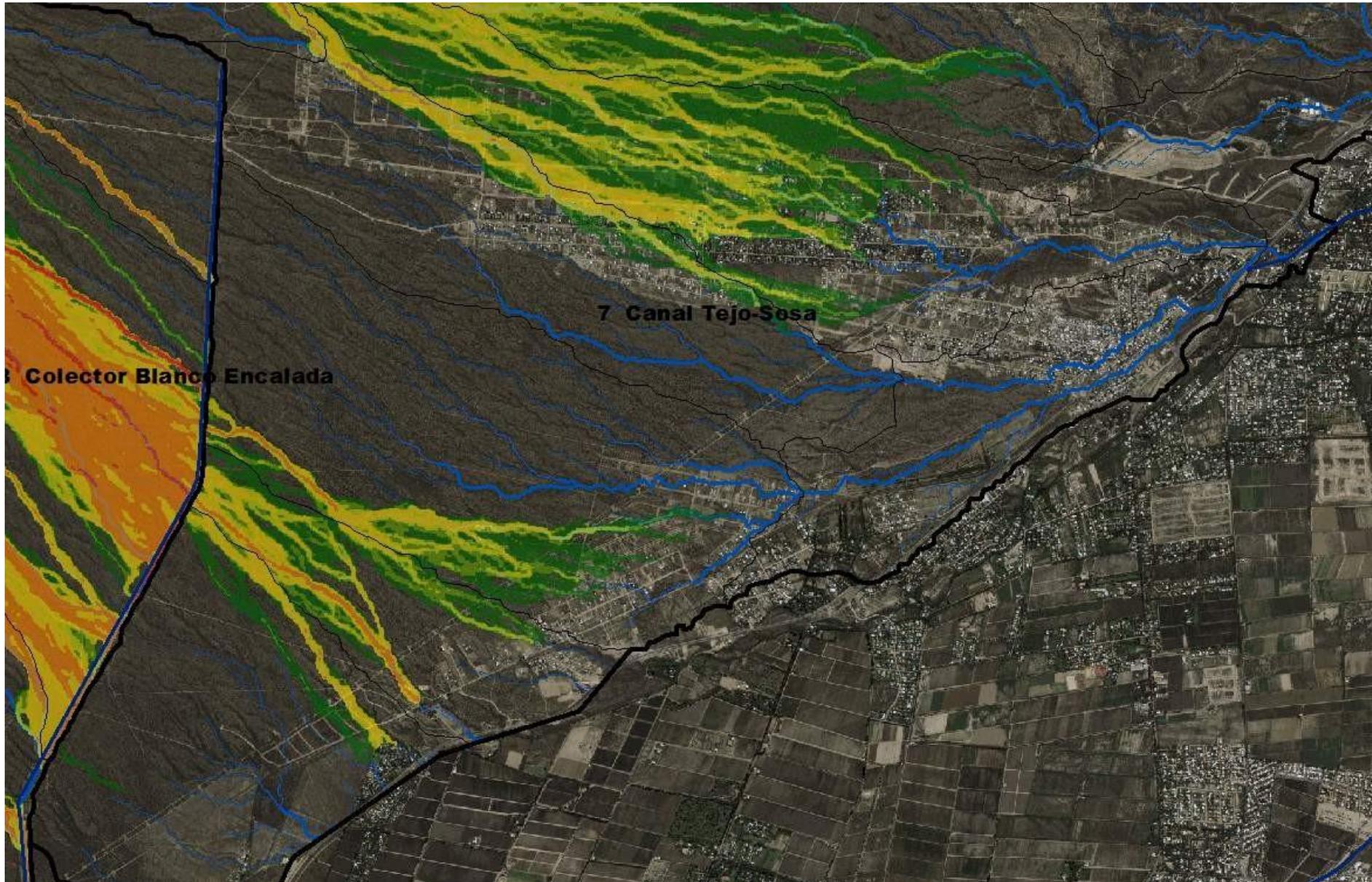
5 Mapa Inundación (HEC RAS bidimensional)



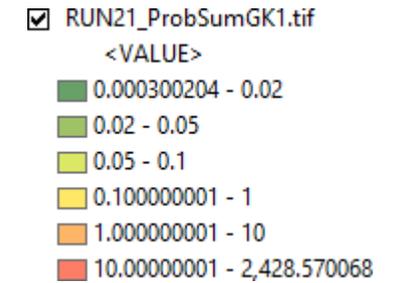
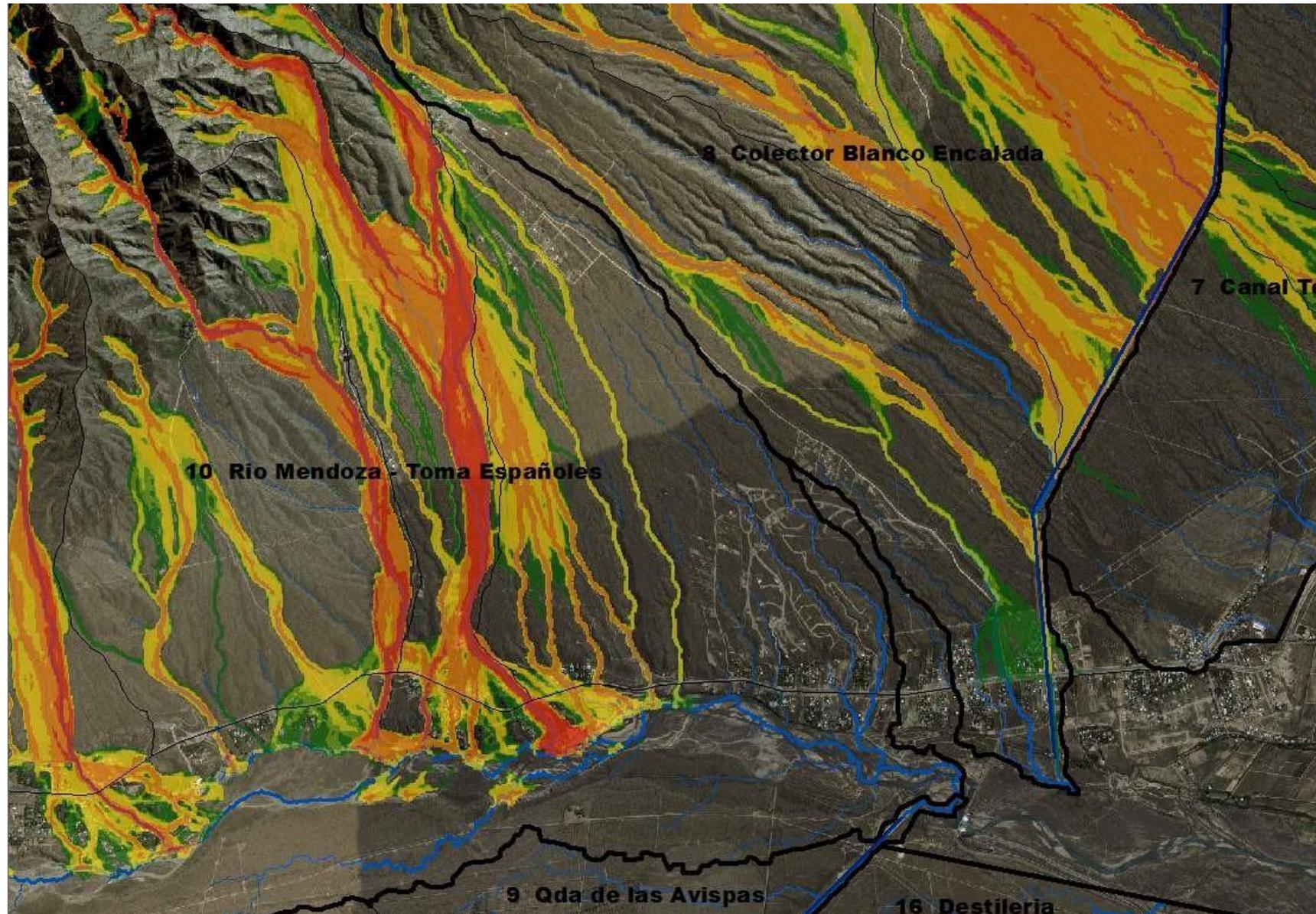
5 Mapa Inundación (HEC RAS bidimensional)



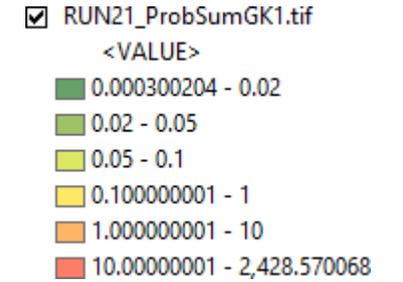
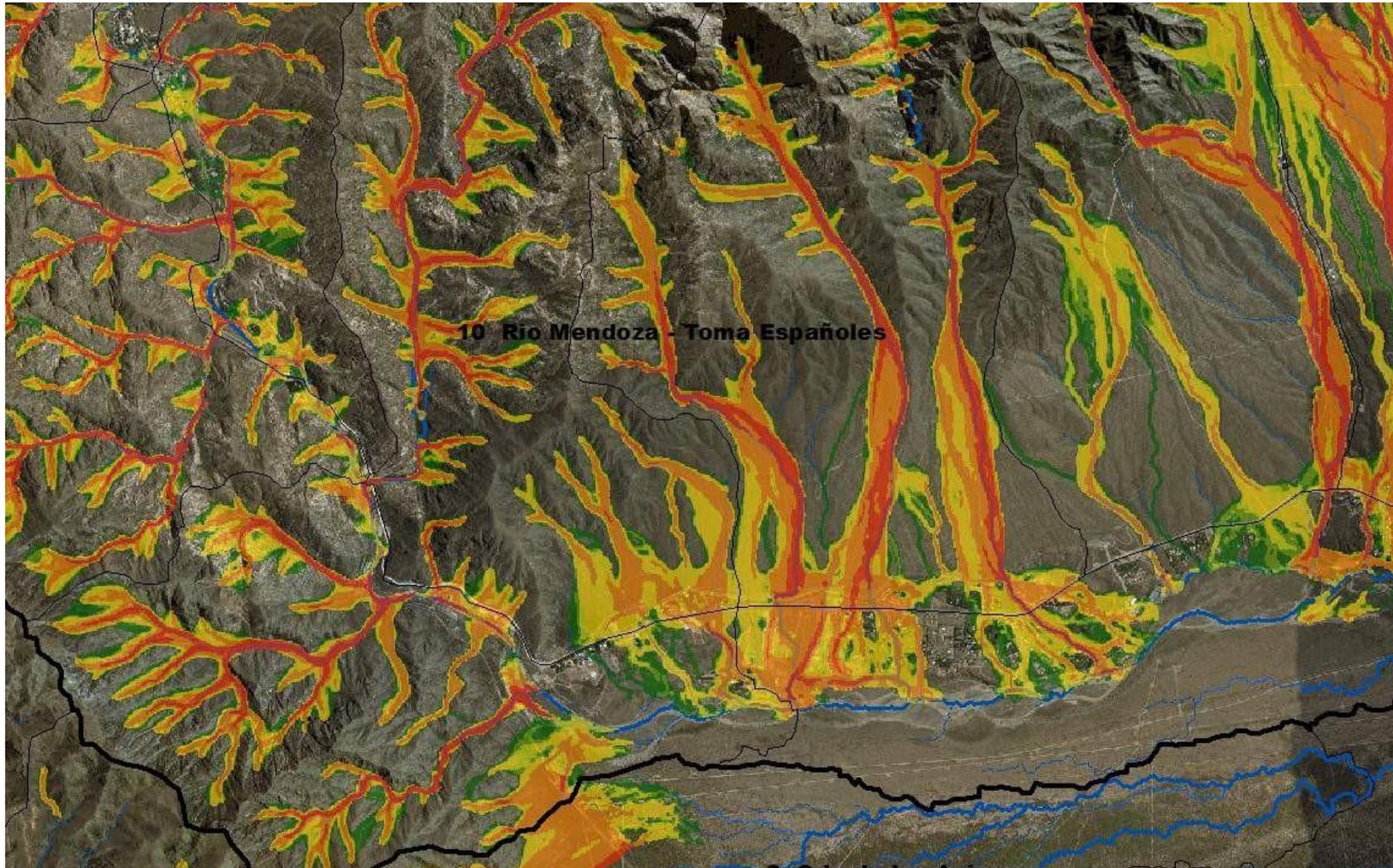
6 Mapa de Prob. Flujos Aluvionales (Flow-R)



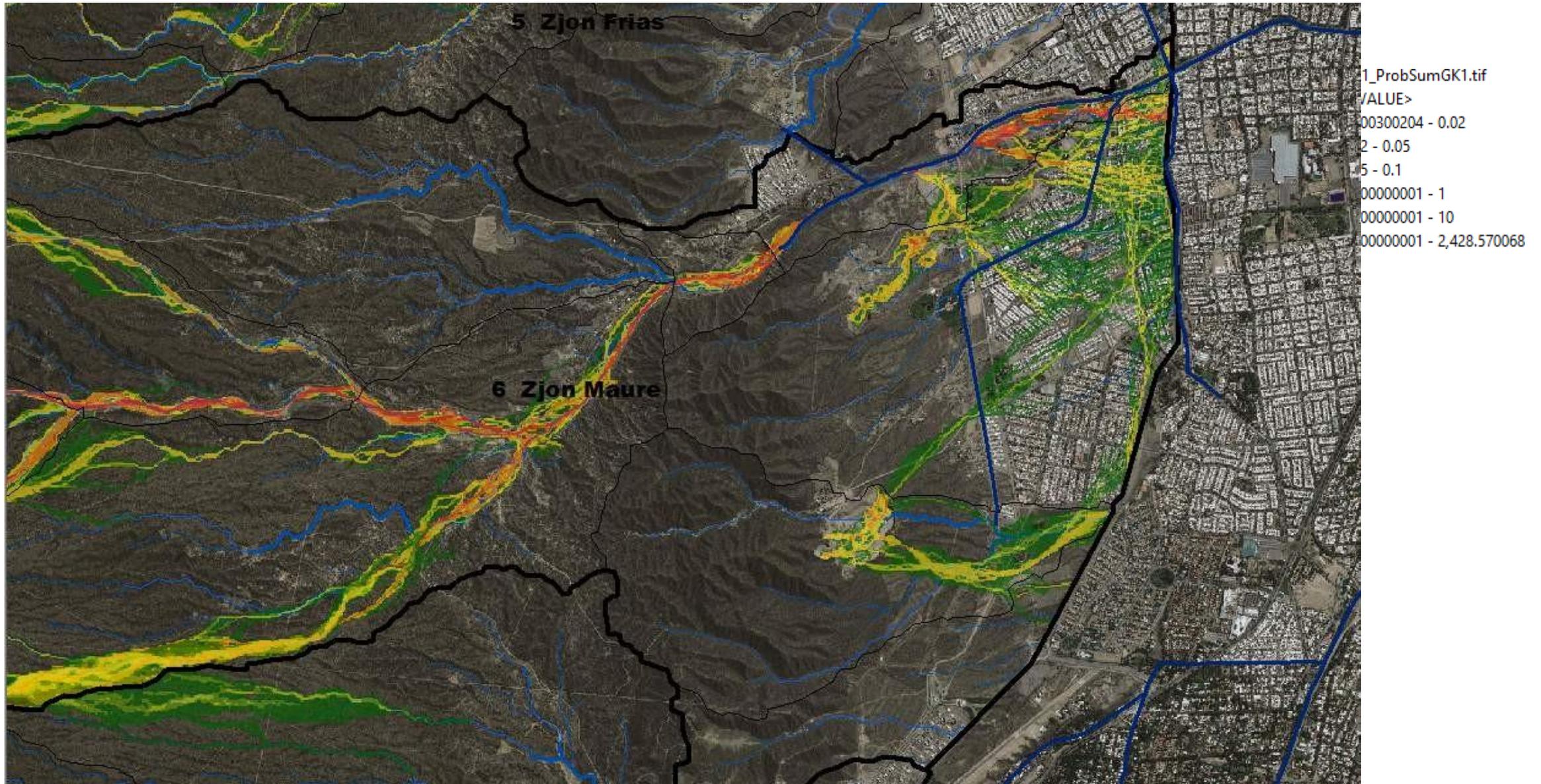
6 Mapa de Prob. Flujos Aluvionales (Flow-R)



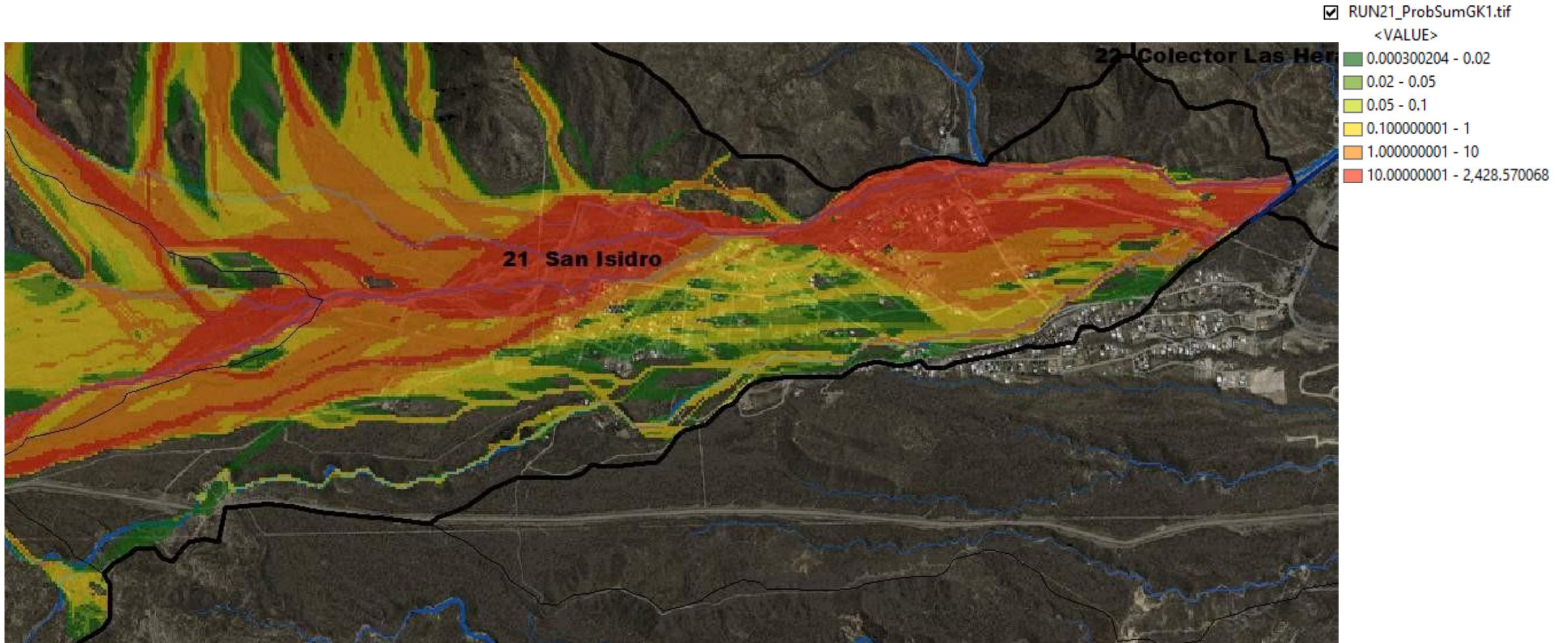
6 Mapa de Prob. Flujos Aluvionales (Flow-R)



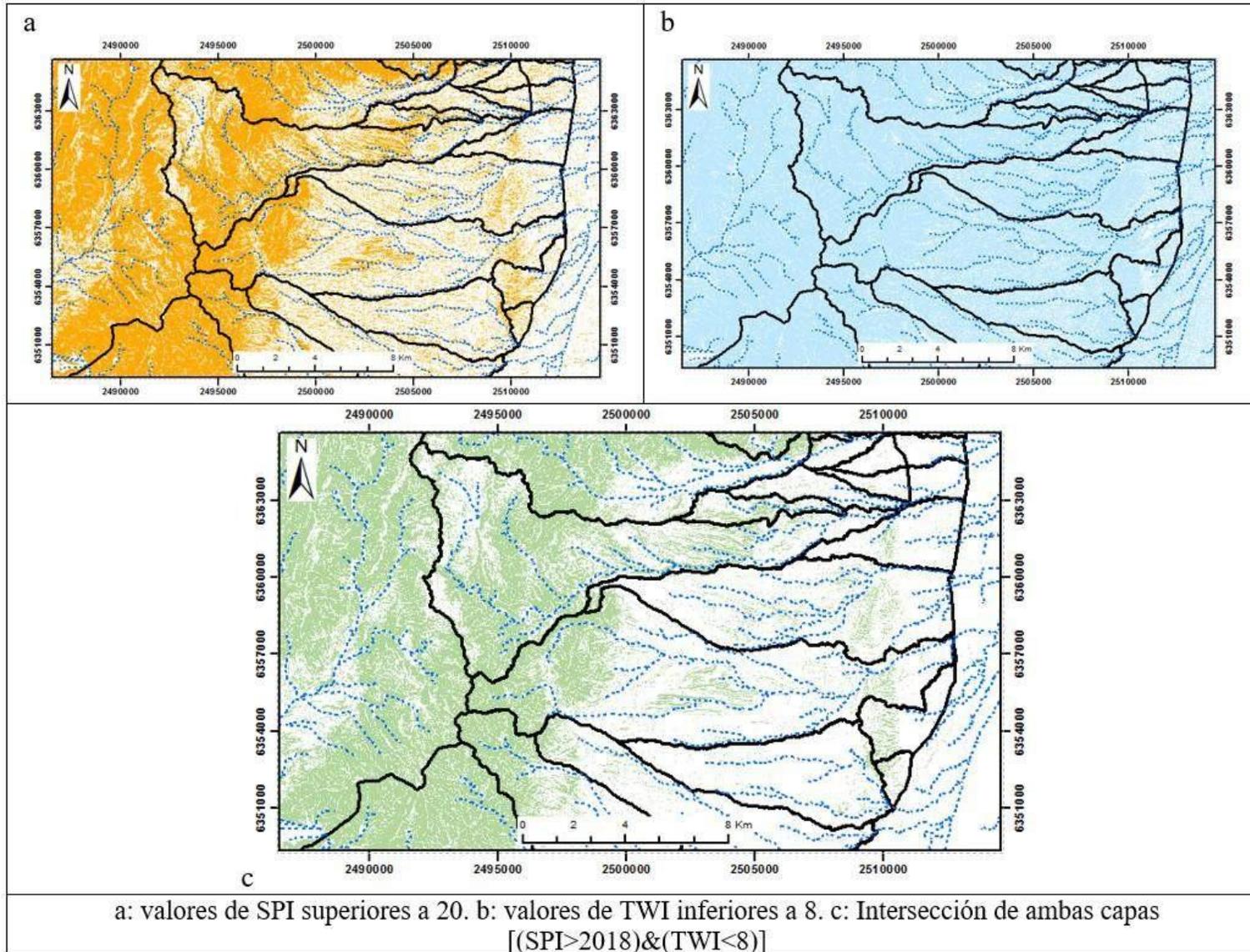
6 Mapa de Prob. Flujos Aluvionales (Flow-R)



6 Mapa de Prob. Flujos Aluvionales (Flow-R)



ÍNDICES TOPOHIDROLÓGICOS



Stream Power Index (SPI)

Este índice es usado para describir la fuerza de erosión de un cauce. A medida que el área de contribución y pendiente aumentan, la contribución de escorrentía de las zonas aguas arriba y la velocidad del flujo aumentan, por tanto, SPI y el riesgo de erosión asociado, se incrementan también. La ecuación usa A (superficie de contribución aguas arriba) y $\tan\beta$ (pendiente local) bajo la expresión $A * \tan\beta$.

TWI (Topographic Wetness Index)

El TWI es un índice que permite identificar potenciales zonas donde se concentra la humedad o sectores donde se acumula el agua. Fue desarrollado por Beven y Kirkby (1979) a partir del modelo de escurrimiento TOPMODEL, y se lo define como $\ln(A/\tan\beta)$.

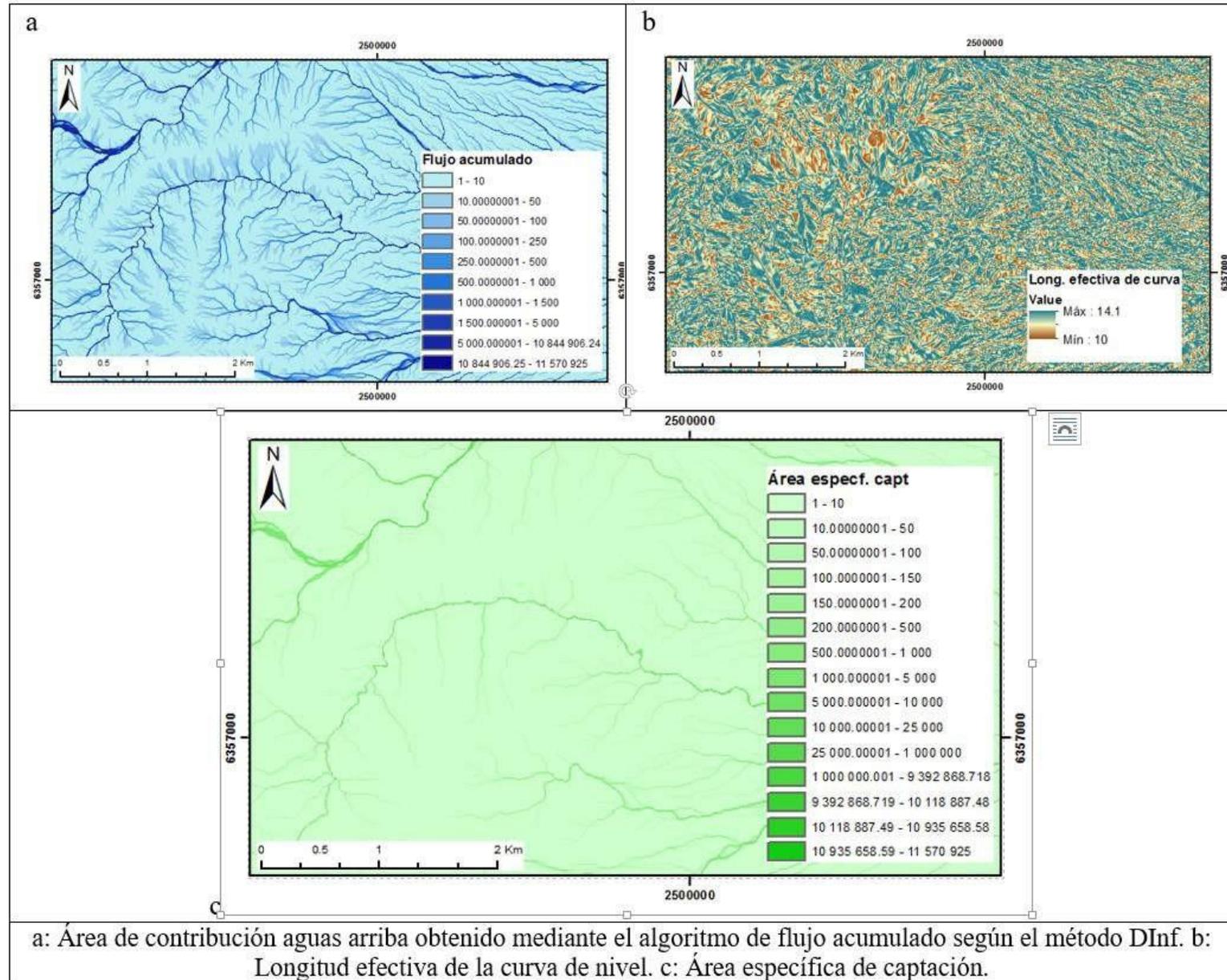
ÍNDICES TOPOHIDROLÓGICOS

Factor topográfico LS

El factor LS es un componente del modelo paramétrico USLE (y sus versiones mejoradas RUSLE, RUSLE 3D) para la estimación de la pérdida del suelo. Este factor explica la incidencia de la topografía en la pérdida del sustrato Gimenez Suarez (2008).

Para el presente trabajo se siguió la metodología de estimación de LS propuesta por Gimenez Suarez (2008). El modelo RUSLE3D utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de LS:

$$LS = (m + 1) * \left(\frac{Ae^m}{22.13} \right) * \left(\frac{\text{sen}\phi^n}{0.0896} \right)$$



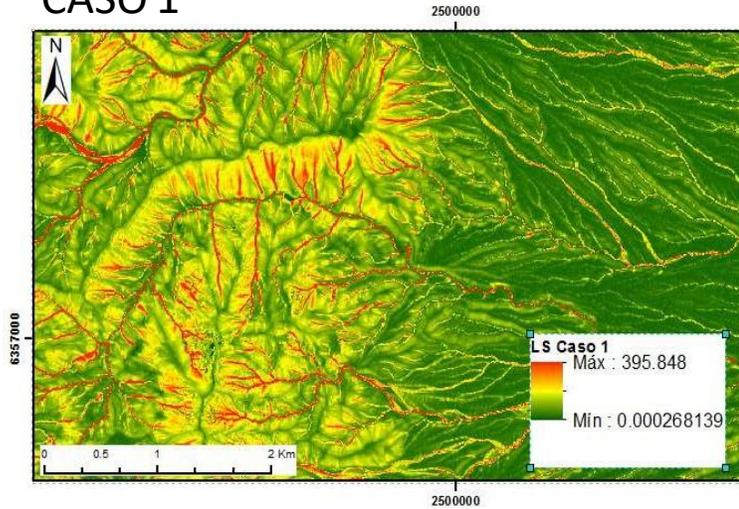
ÍNDICES TOPOHIDROLÓGICOS

Factor topográfico LS

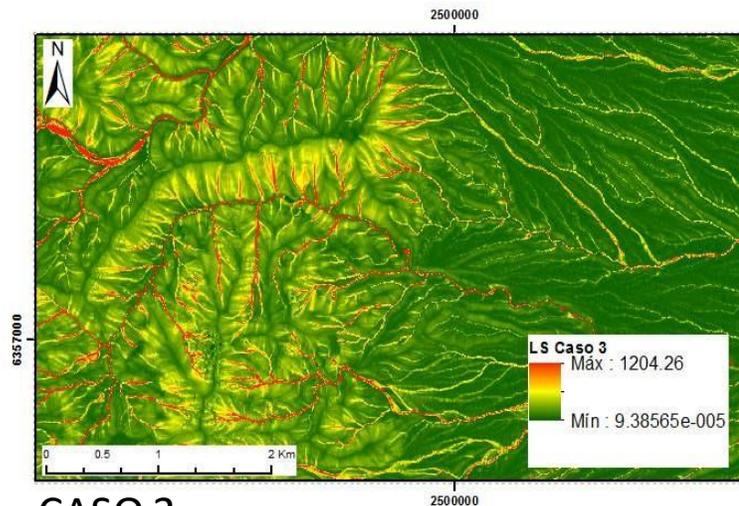
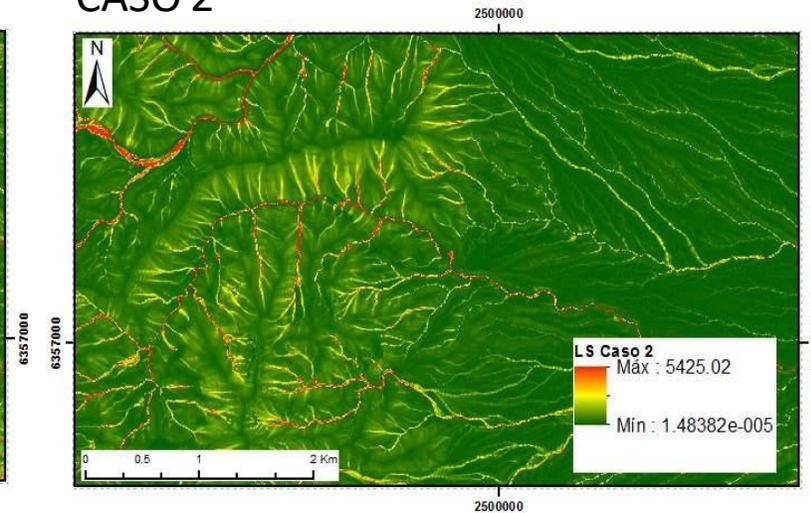
Una vez obtenida A_e se calcula LS. Se necesita también un raster de pendiente en grados. Los valores típicos de m están entre 0.4 y 0.6 y de n entre 1.0 y 1.3, dependiendo del tipo de flujo que predomine. El autor Gimenez Suarez (2008) propone una serie de valores de m y n , los cuales fueron ejecutados en el presente trabajo a fin de realizar distintas corridas de cálculo de RUSLE e identificar la mejor. Según los valores seleccionados, se realizaron 4 pruebas denominadas como Caso 1, 2, 3 y 4.

- Caso 1: Para **flujos dispersos**, $m=0.4$ y $n=1$
- Caso 2: Para flujos turbulentos, $m=0.6$ y $n=1.3$
- Caso 3: Recomendado por Gimenez Suarez (2008) en su tesis, $m=0.49$ y $n=1.095$
- Caso 4: Valores medios, $m=0.5$ y $n=1.15$

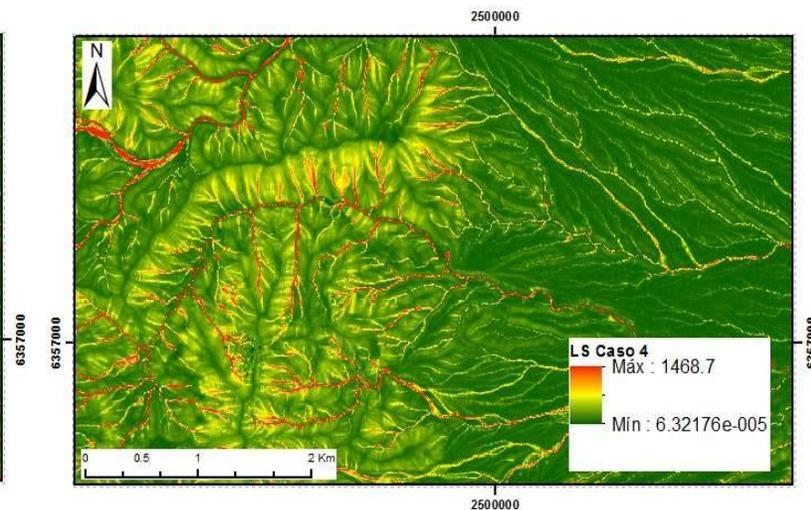
CASO 1



CASO 2



CASO 3



CASO 4