



COORDINACIÓN NACIONAL DE
PROTECCIÓN CIVIL

MÉXICO

MAPAS DE PELIGRO VULNERABILIDAD Y RIESGO

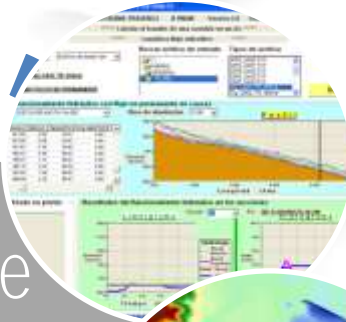
MAYO, 2018

CONTENIDO

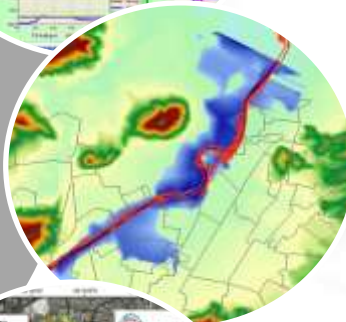
1. Elaboración de mapas de peligro por inundación
 - ¿Cómo se generan las lluvias?
 - Conceptos de meteorología
 - Conceptos de hidrología
 - Modelación numérica de condiciones hidráulicas e hidrológicas
2. Generación de escenarios de peligro por inundación
3. Riesgo por inundación
 - Concepto de riesgo
 - Evaluación del peligro
 - Evaluación de la vulnerabilidad
 - Evaluación del riesgo

Elaboración de mapas de peligro por inundación

Mapas de
peligro por
inundación



Modelación numérica de las condiciones
hidráulicas e hidrológicas



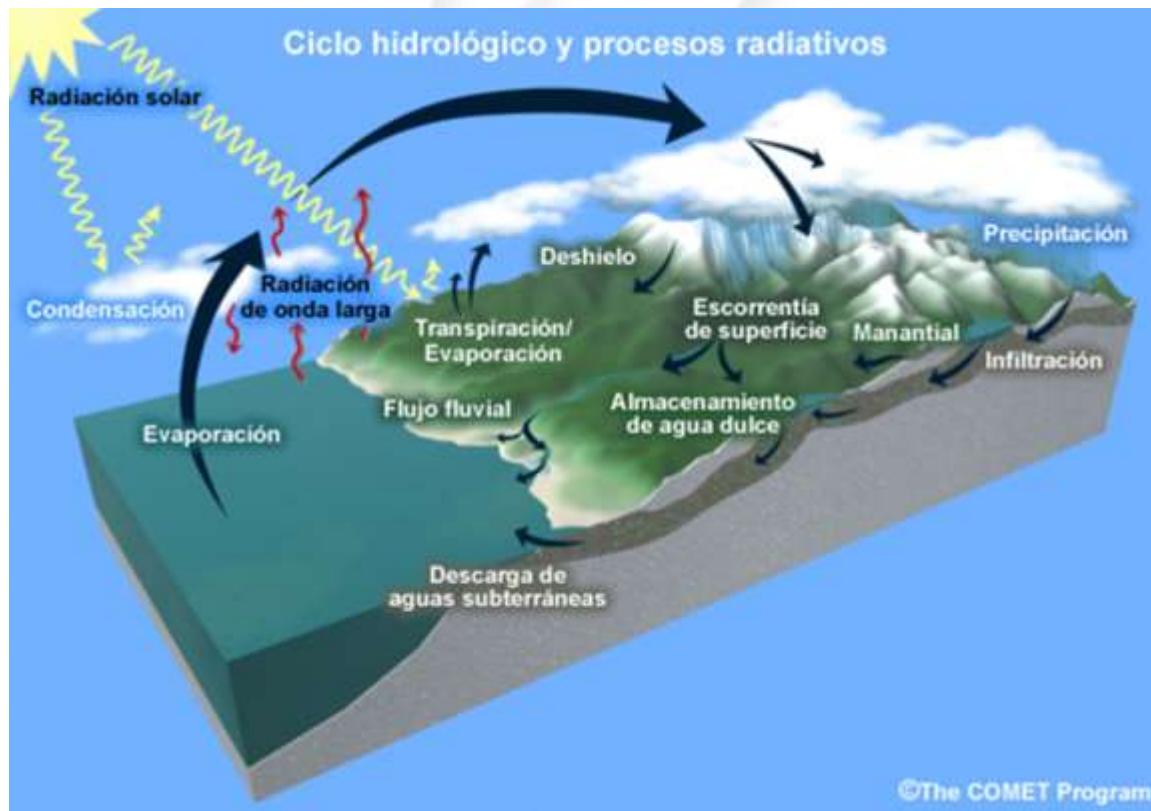
Generación de mapas de
profundidades, representación grafica y
probabilidad de ocurrencia



Mapas de peligro y severidad por
inundación

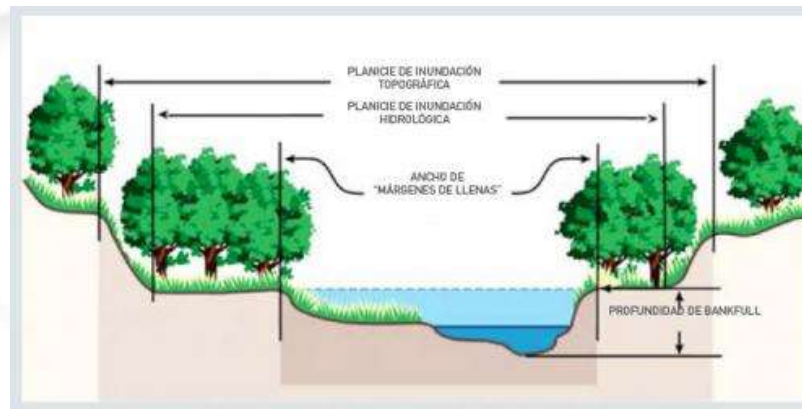
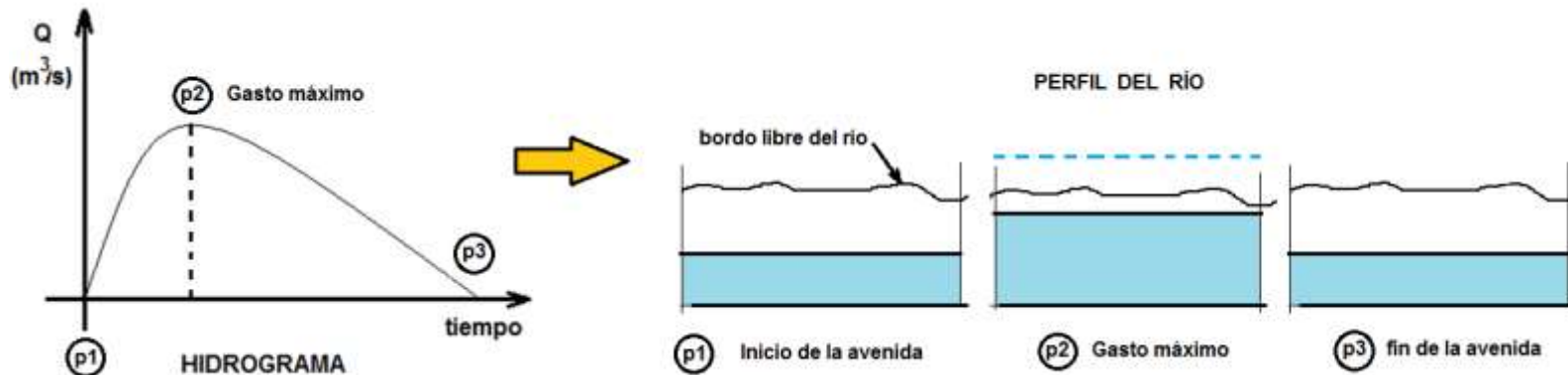
La lluvia

Parte del ciclo hidrológico, se presenta al precipitarse las gotas de agua que se condensan en la atmósfera. A ello se suman efectos orográficos y fenómenos meteorológicos convectivos que favorecen su ocurrencia. Su peligrosidad radica en su variabilidad en el espacio y el tiempo.



Conceptos hidrológicos

Avenida: Es una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un nivel máximo desde el cual desciende lentamente”. Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.



Ejemplo de avenida



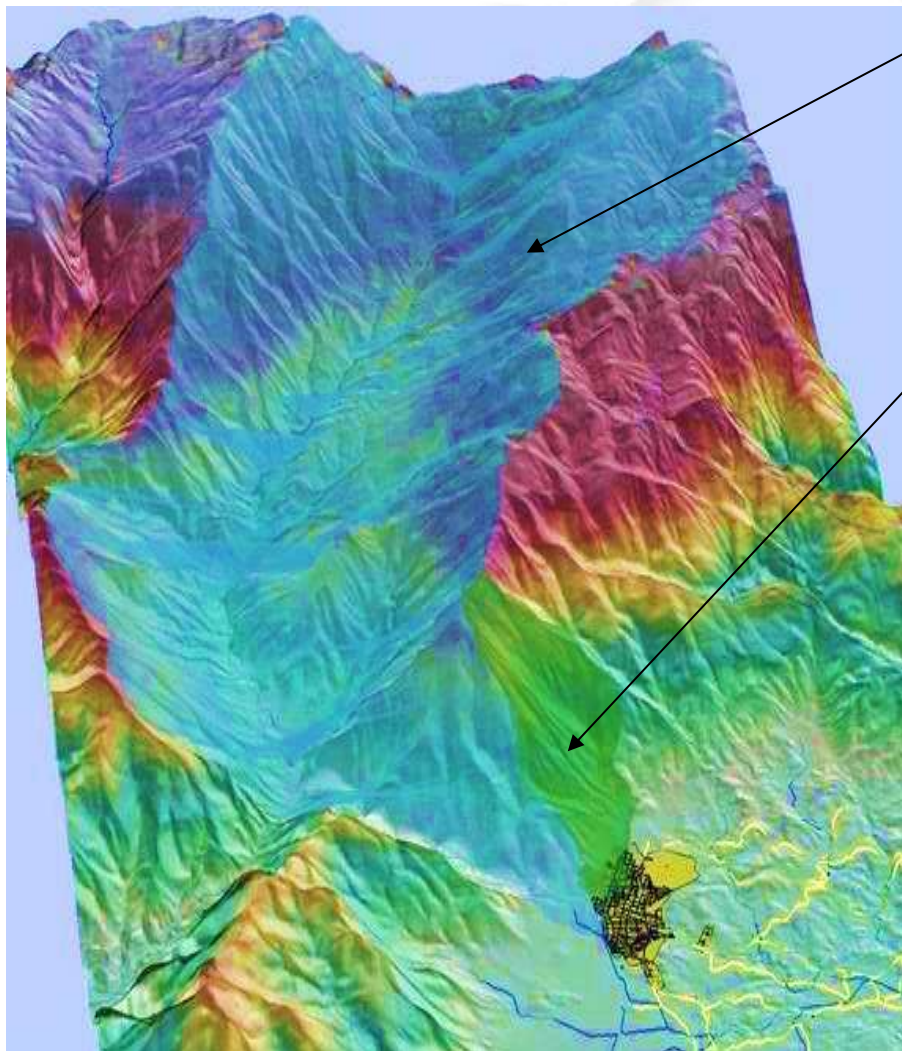
*Huracán Manuel, Río Huacapa, Chilpancingo,
Guerrero*



Huracán Alex, Río Santa Catarina, Monterrey, N.L.



Respuesta de la cuenca



Cuenca “grande”

Área: 136.10 km²

Longitud del río: 28.10 km

Tiempo de concentración.: 2.77 h

Pendiente: 0.06

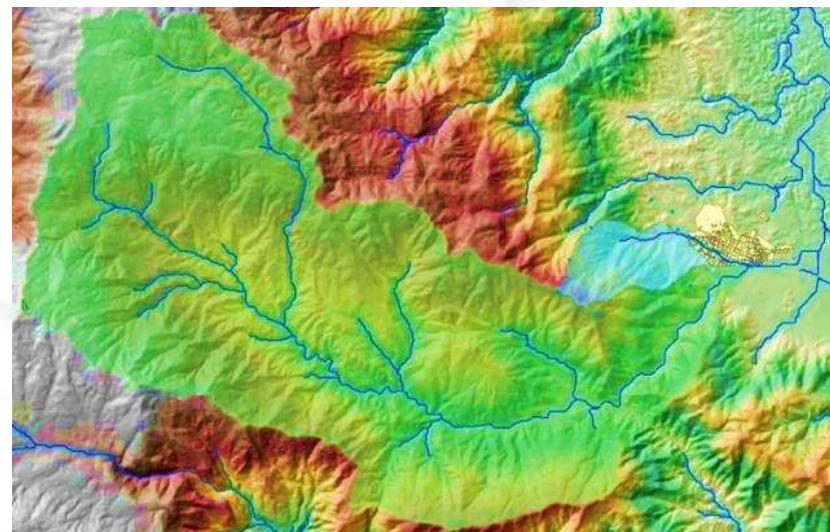
Cuenca “pequeña”

Area: 6.90 km²

Longitud del río: 4.30 km

Pendiente: .54

Tiempo de concentración.: 37 min.

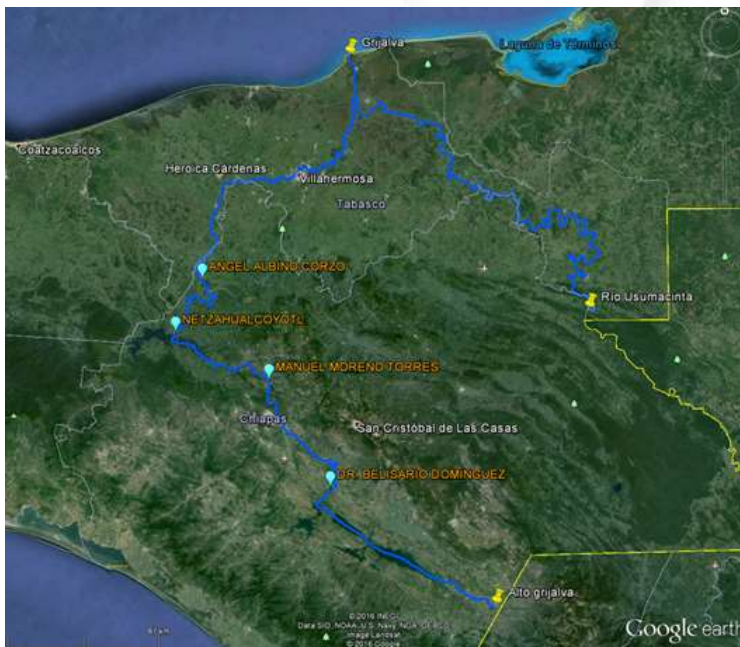


Características de las Inundaciones por tipo

CARACTERÍSTICAS	INUNDACIONES	
	SÚBITAS	LENTAS
Tamaño de cuencas	pequeña	grande
Pendiente	grande	pequeña
Tiempo de respuesta	≤ 6 h	> 6 h
Duración del evento	De minutos a horas	De días a semanas
Área de afectación	pequeña	grande
Afectaciones	<u>Decesos y</u> Daños económicos	Daños económicos

Clasificación de las inundaciones de acuerdo con tiempo de respuesta de la cuenca

Inundaciones lentas.-Se presentan en cuencas de respuesta lenta por lo general de gran área y poca pendiente No causan muertes aunque las pérdidas económicas pueden ser grandes.

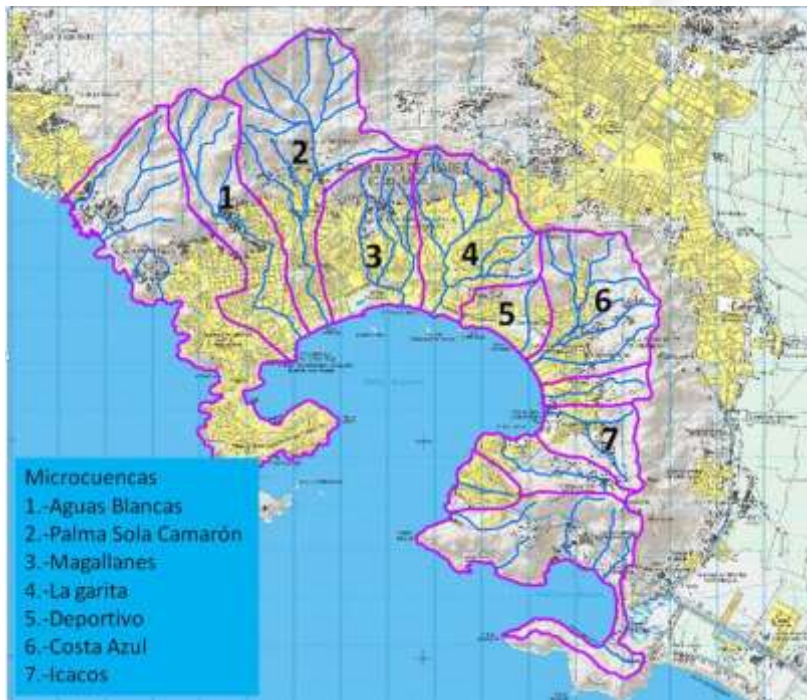


Villahermosa, Tabasco.

Continuación

Inundaciones súbitas

Son las más peligrosas ya que se presentan en cuestión de minutos y llegan a causar **pérdidas de vidas**. Debido a su fuerza de arrastre llegan a presentar flujos de escombros. Son típicas en cuencas de poca área y gran pendiente (p.ej. en la vertiente del océano Pacífico, entre otras).



Arroyo Camarón,
Acapulco, Gro.



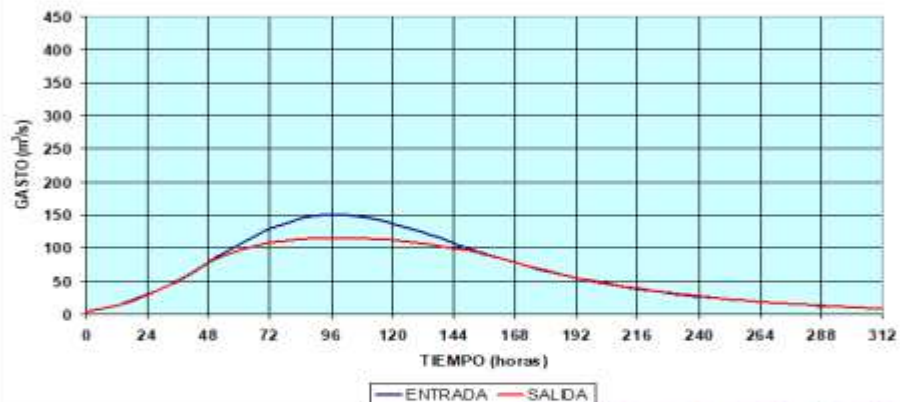
Río Huacapa, Chilpancingo, Gro.

Generación de escenarios de peligro por inundación

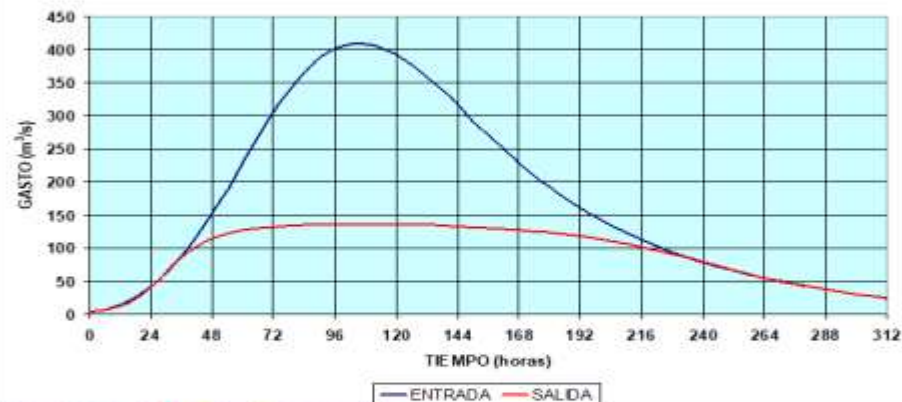
GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE PELIGRO

HIDROGRAMAS DE DESBORDAMIENTO EN LA ZONA DEL POBLADO

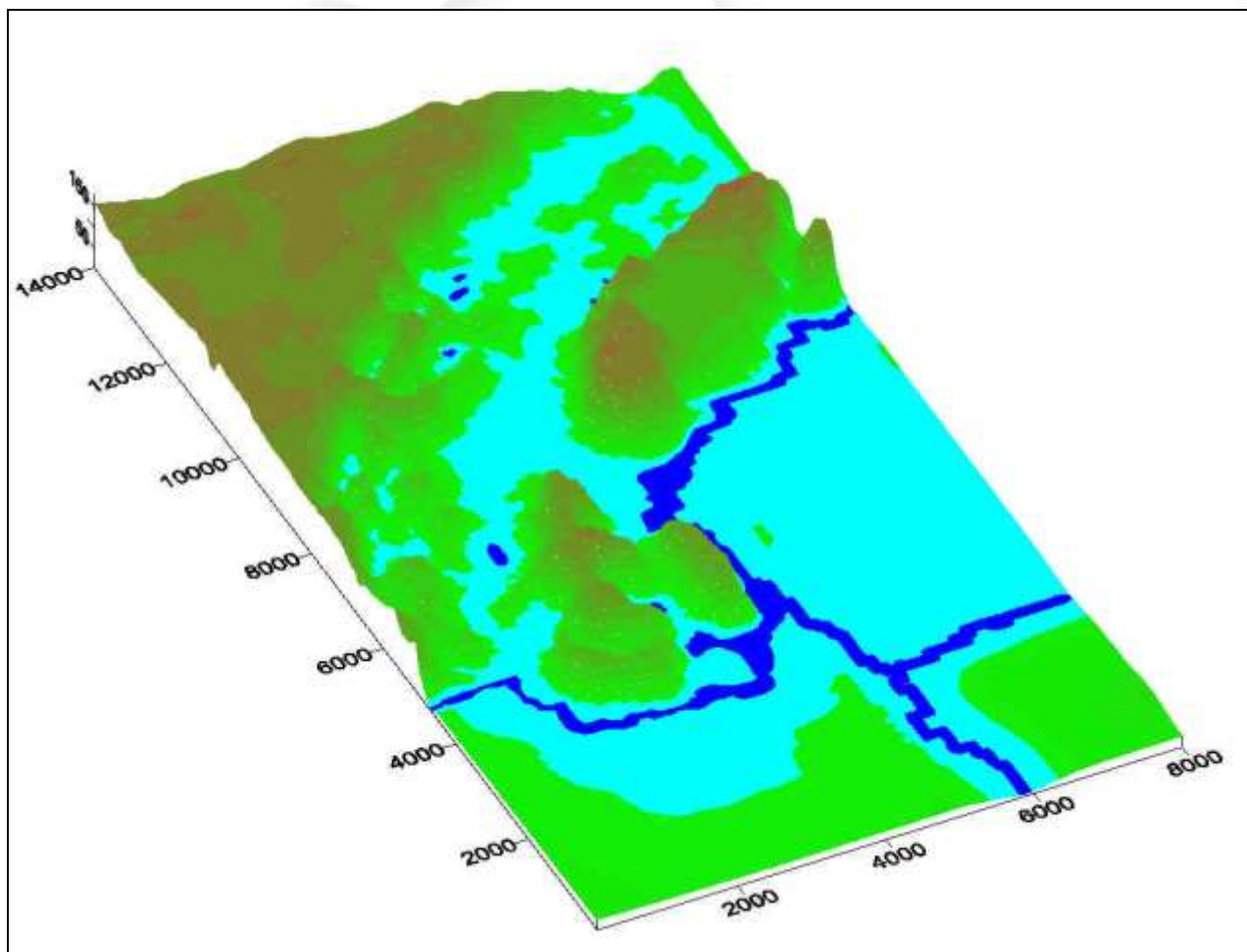
HIDROGRAMAS DEL FLUJO NO PERMANENTE EN EL "RÍO AZUL"
TR=2 AÑOS



HIDROGRAMAS DEL FLUJO NO PERMANENTE EN EL "RÍO AZUL"
TR=50 AÑOS

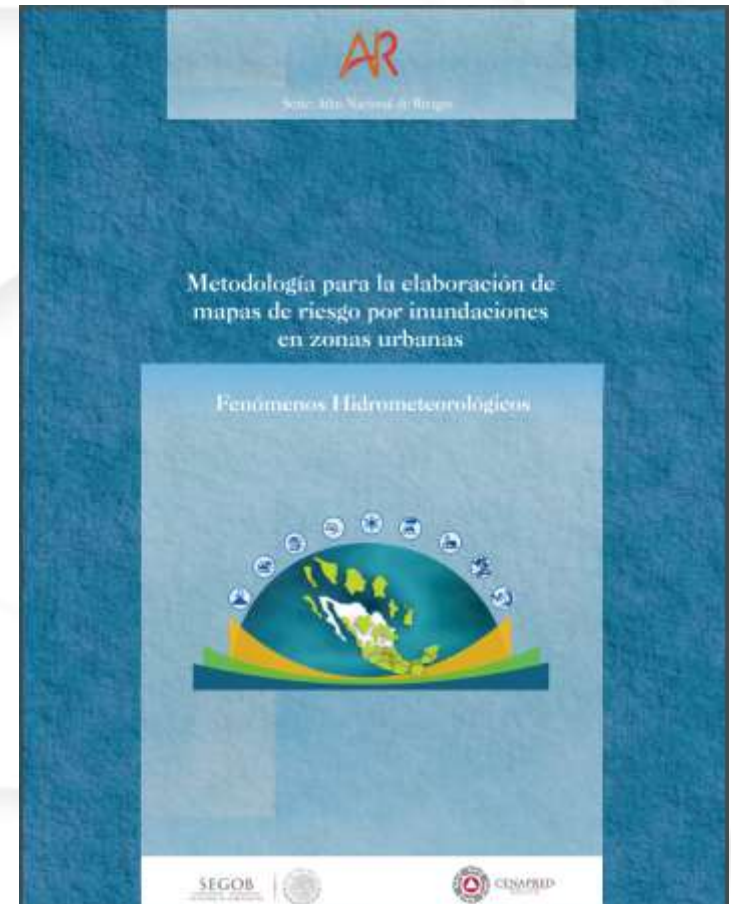


Escenario de inundación



Metodología e instituciones

- Lineamientos para la elaboración de mapas de peligro por inundación 2014, de la CONAGUA
- Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos (BEEAR 2015) De la SEDATU
- Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas nacional de Riesgos del CENAPRED 2015

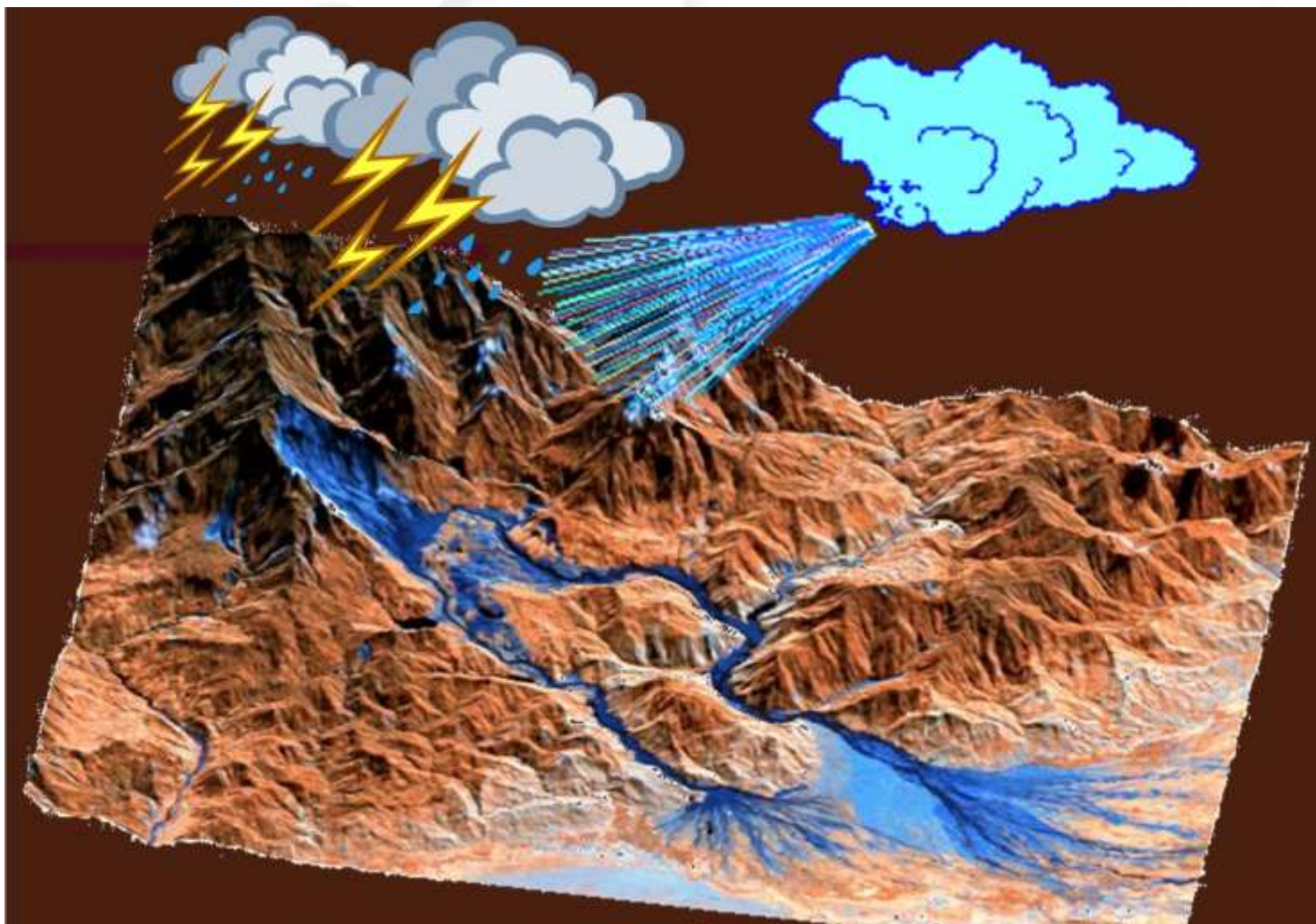


Inundación Fluvial: Entregables Guía contenido mínimo

Peligro

1. **Estudio Hidrológico.**- para determinar hidrogramas asociados a los periodos de retorno (probabilidad de ocurrencia en un periodo de tiempo establecido).
2. **Modelación hidráulica.**-Se construye un modelo numérico hidráulico a partir de las características geométricas del río, producto de batimetrías y levantamiento topográfico.
3. **Mapa de la inundación.**- A partir de un modelo digital de elevaciones con curvas de nivel a cada 20 cm indicar profundidades, para los periodos de retorno.

Escurrencimiento, Q (m^3/s)



Avenida de diseño

Modelo Lluvia-Escorrimento
(fórmula racional)

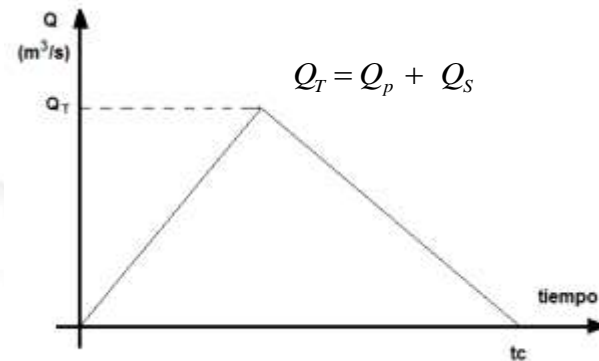
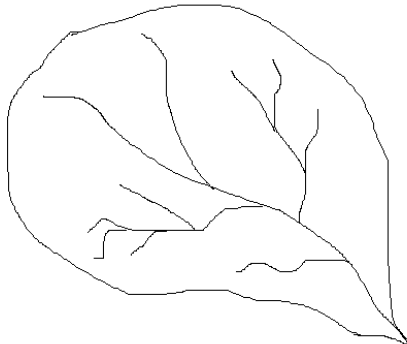
$$Q_p = 0.278 C_e i A$$

$$hp(tc) = \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} \ln(tc) + hp(1)$$

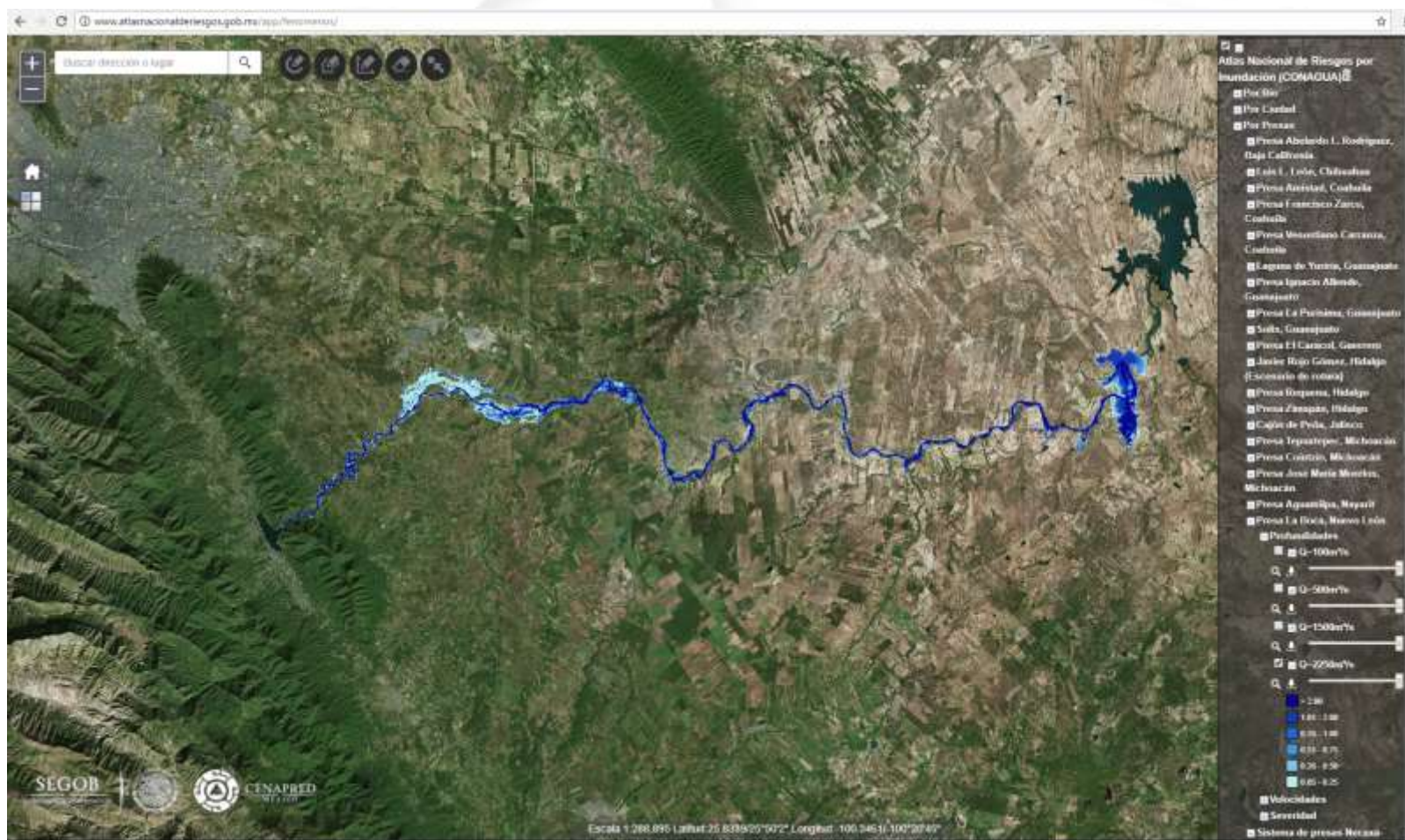
$$tc = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$$i = \frac{hp(tc)}{tc}$$

Gasto total



Mapas de profundidades de inundación



Presas la Boca, Nuevo León , $Q=2250 \text{ m}^3/\text{s}$

Ejemplo

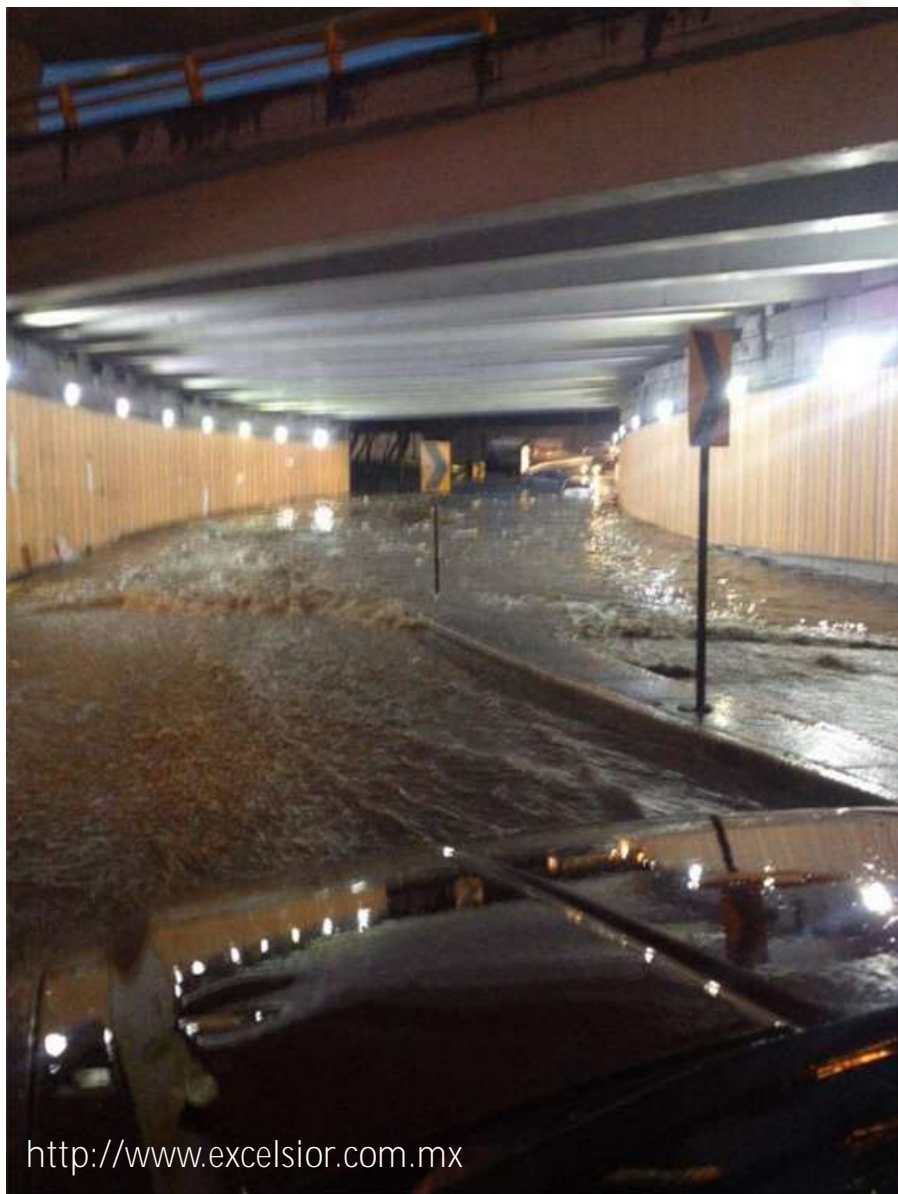
Magdalena Contreras

- 08 junio 2008. Padece inundaciones habitantes en Magdalena Contreras.
- 07 junio 2015. La lluvia provocó el desbordamiento del río Magdalena, en los límites de la delegación Magdalena Contreras y Tlalpan. La precipitación duró alrededor de 13 min, provocando que el nivel del agua en el río rebasara su capacidad y se desbordara en el cruce de las avenidas México, Contreras y Camino a Santa Teresa.
- 05 julio 2015. Lluvias provocan el desbordamiento del río Magdalena, a la altura de Santa Teresa y Periférico, en la delegación Magdalena Contreras.



06 de junio de 2015





<http://www.excelsior.com.mx>

05 de julio de 2015

Requerimientos

- Personal especializado en manejo de **SIG's**.
- Modelos hidráulicos, como HEC-RAS, Mikeflood, IBER, Telemac-Mascaret etc.
- Sistema de información geográfica: ArcGIS 9.3 o mayor.
- Insumos: datos hidrológicos, de escurrimiento y Modelos Digitales del Terreno (MDT), Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) versión 3.0, el vuelo LIDAR o **estudio topobatimétrico** de la zona.

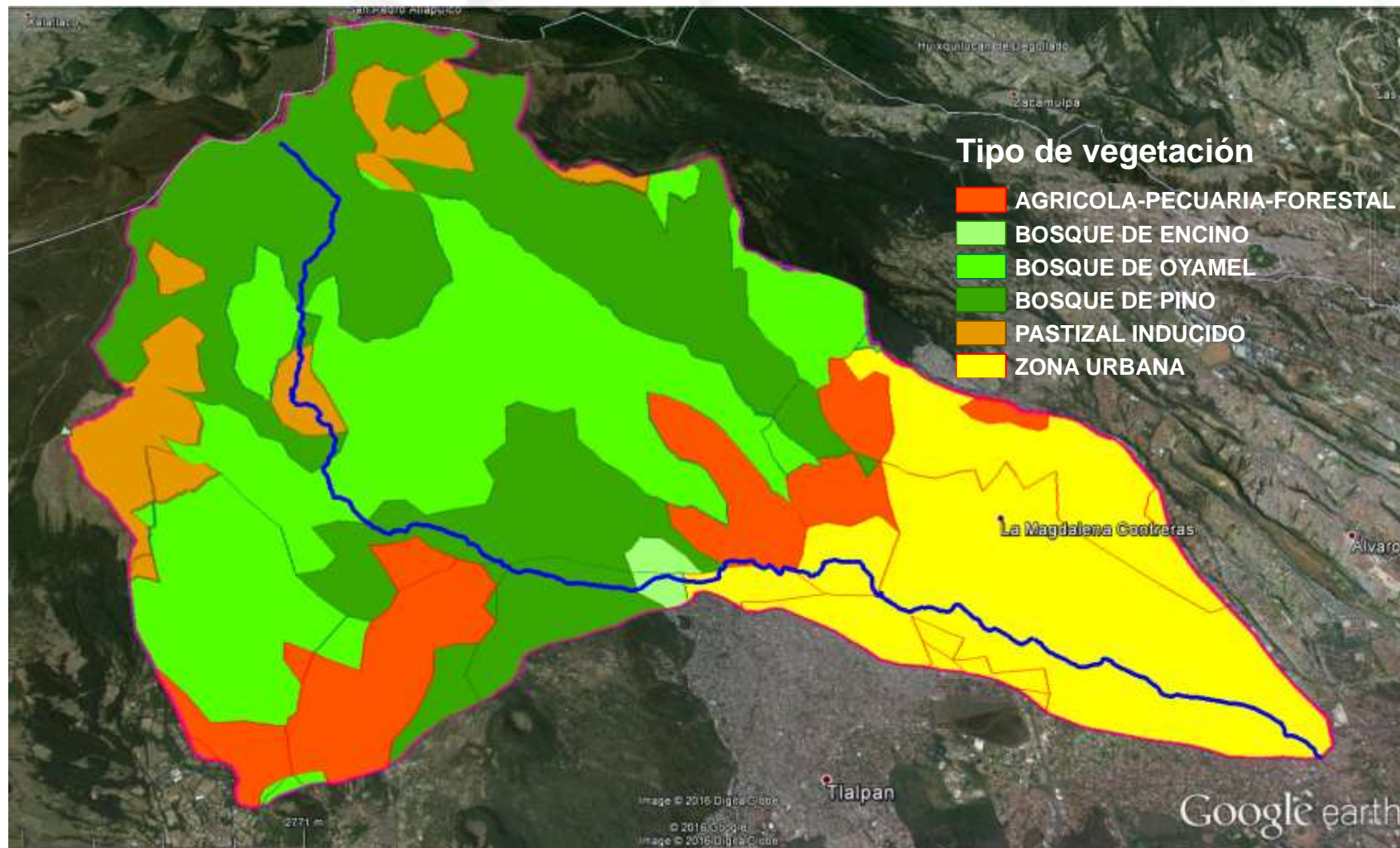


Levantamiento topo batimétrico

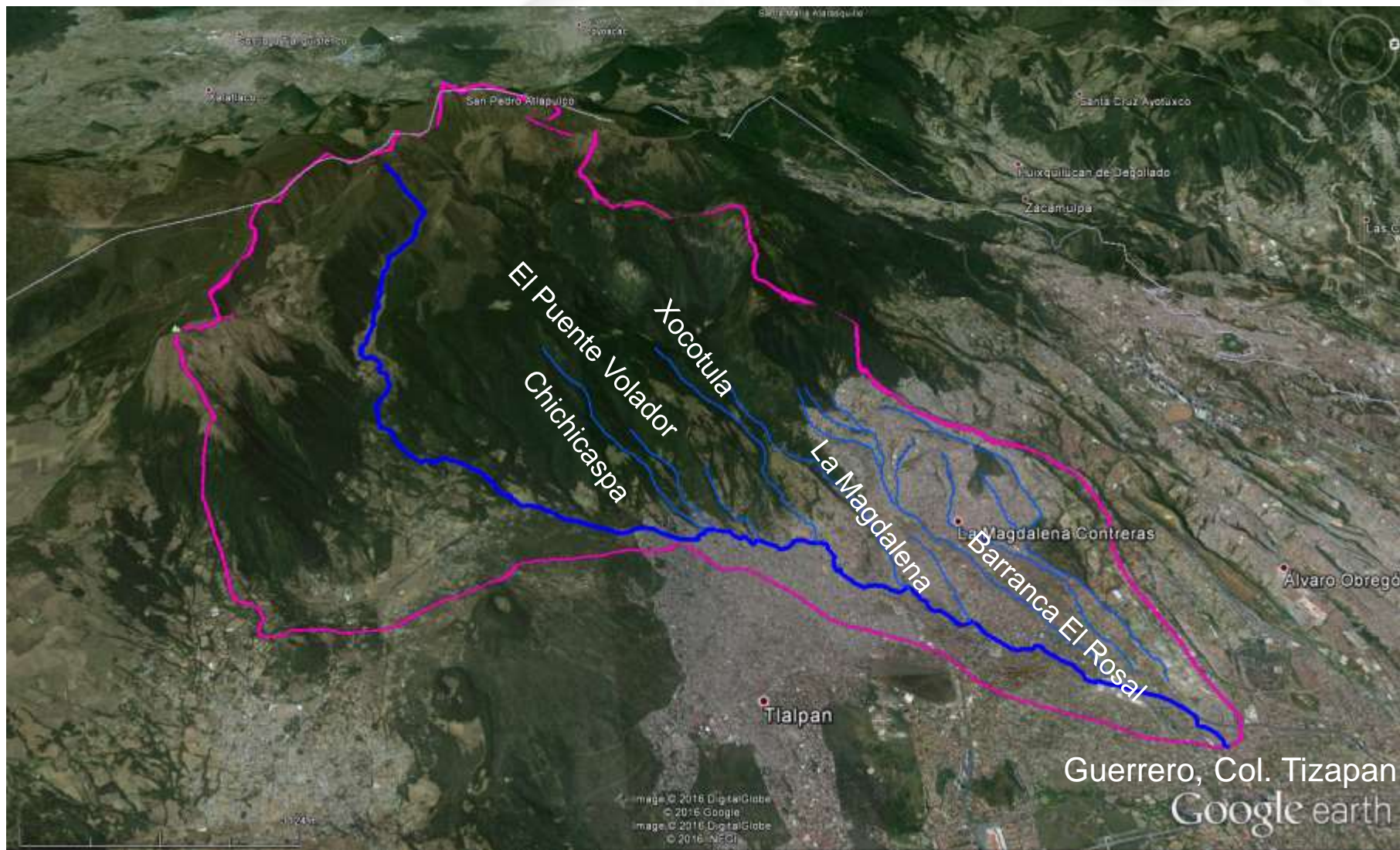
Cuenca hidrológica Magdalena Contreras



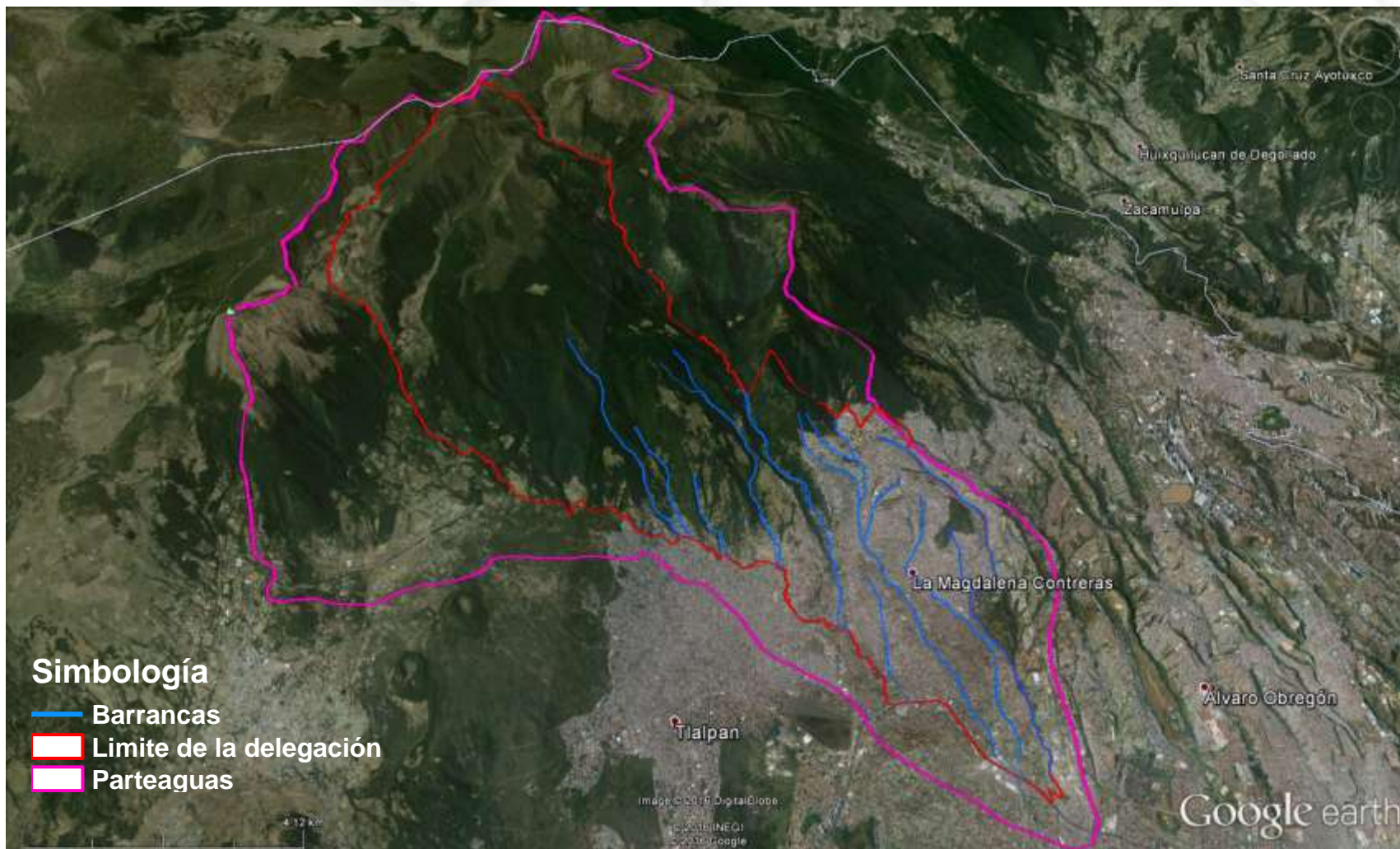
Uso de suelo y tipo de vegetación



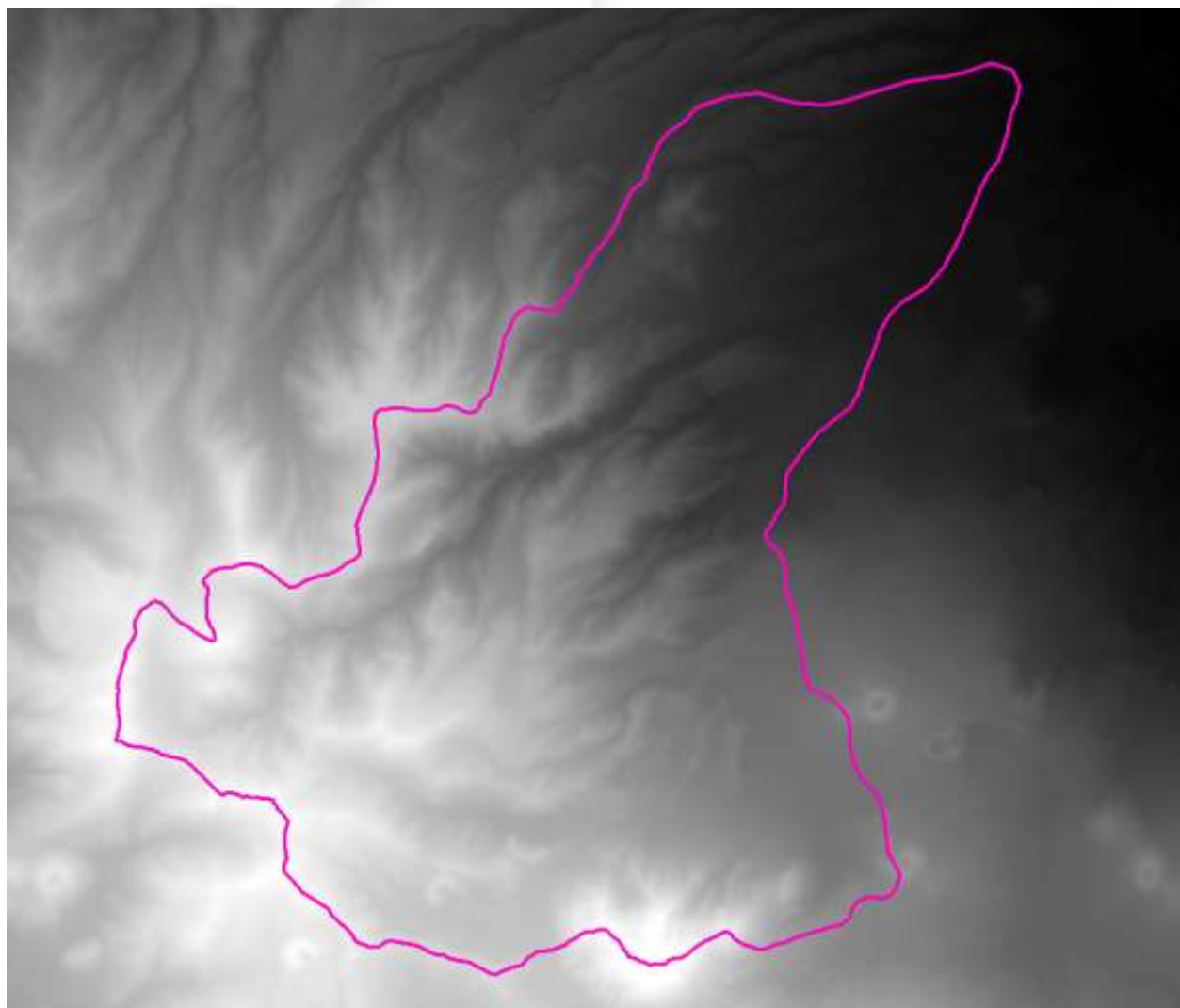
Barrancas



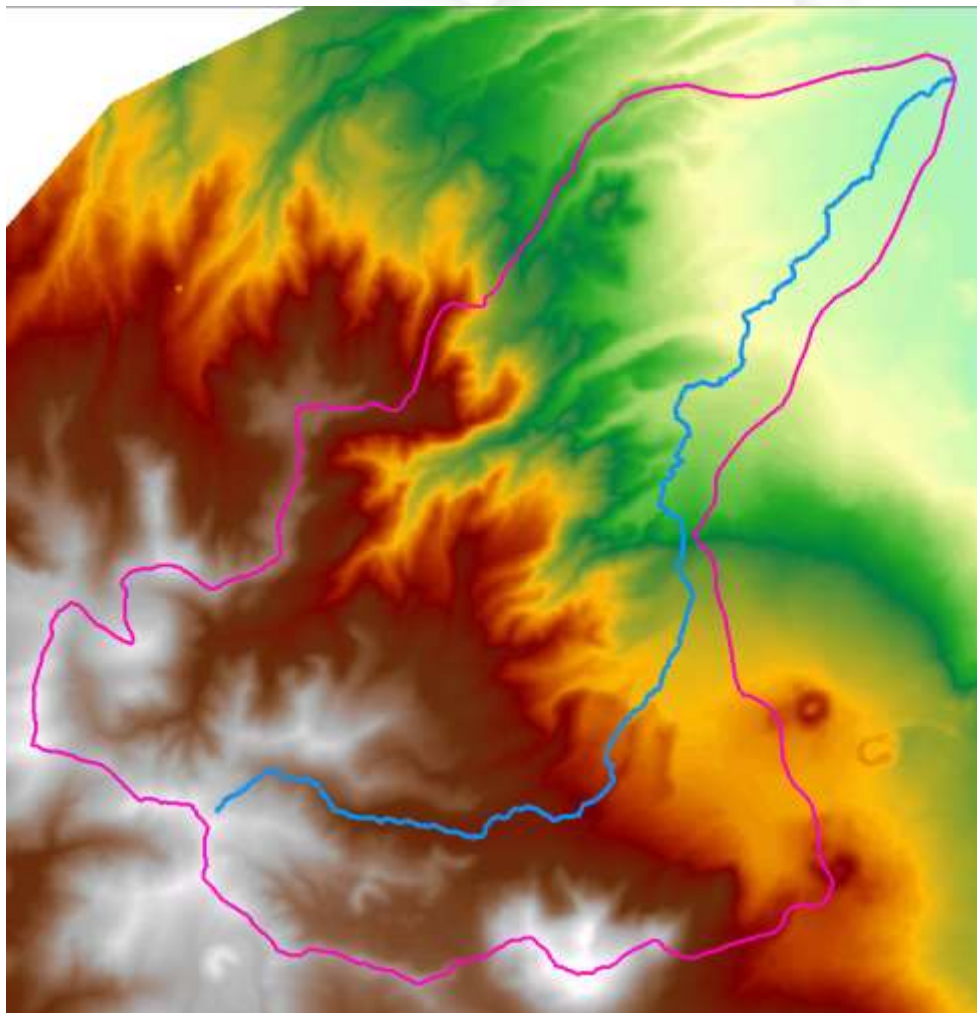
Delegación Magdalena Contreras



CEM 3.0 (INEGI)



Cuenca tributaria a La Magdalena Contreras

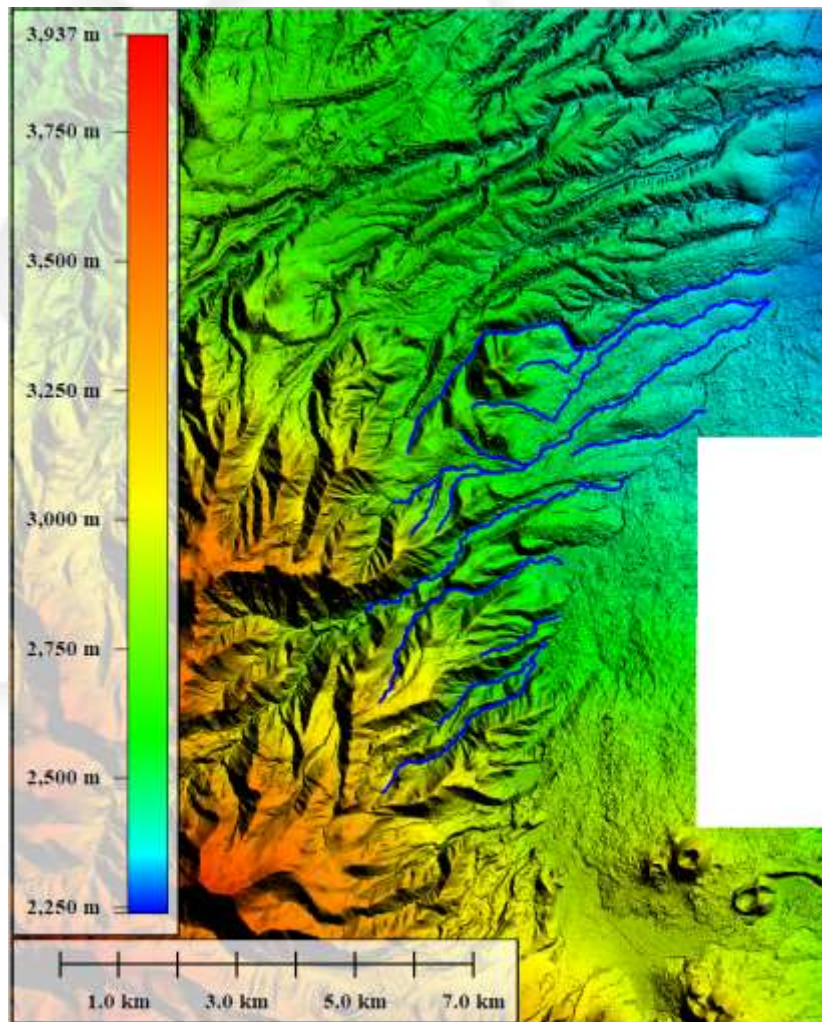


Área de la cuenca:
115.32 km²

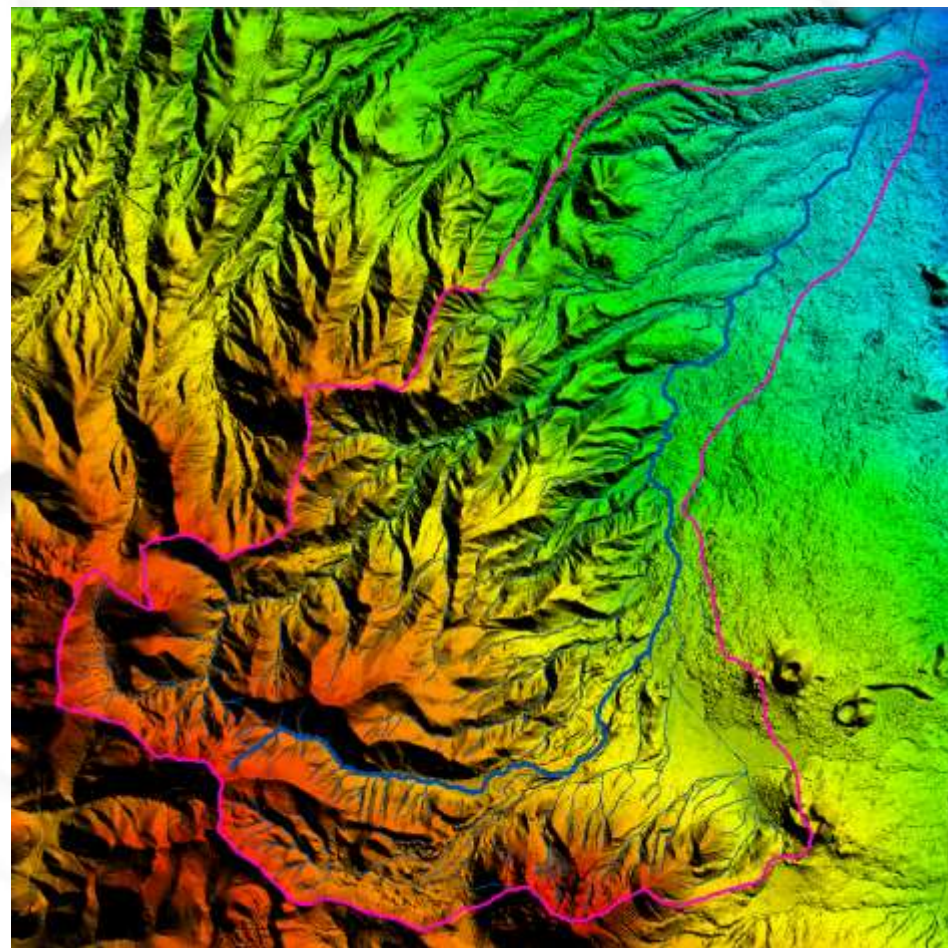
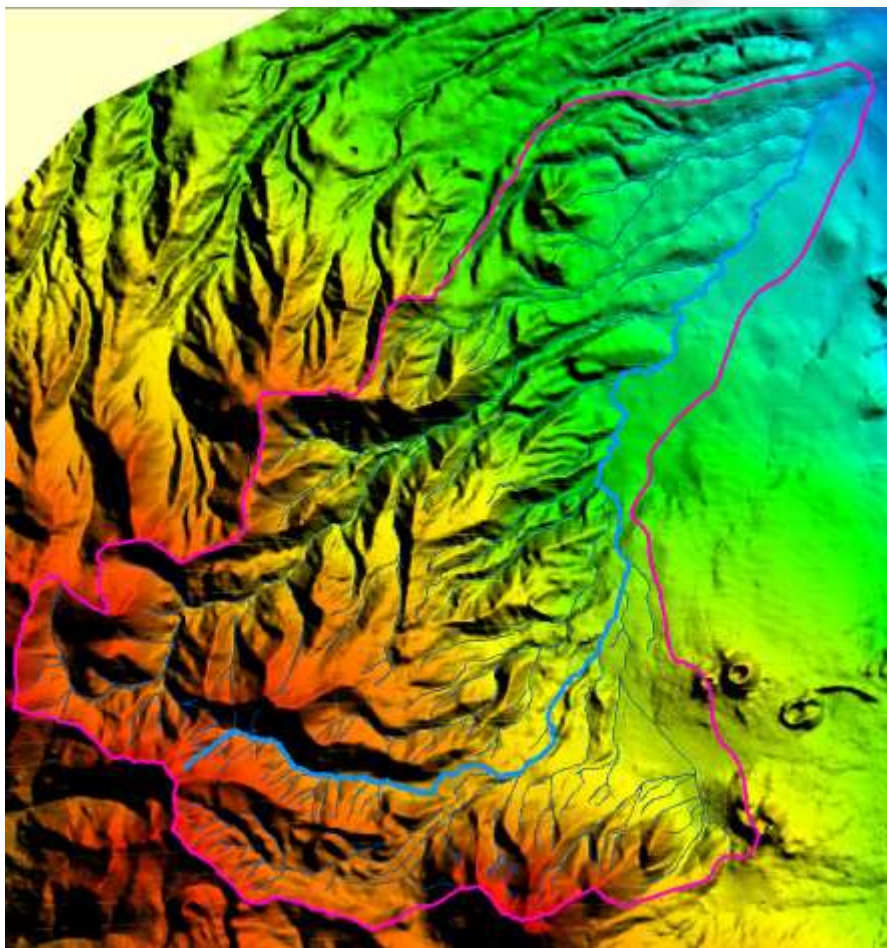
Curvas de Nivel



Lidar (INEGI)



Cauce principal

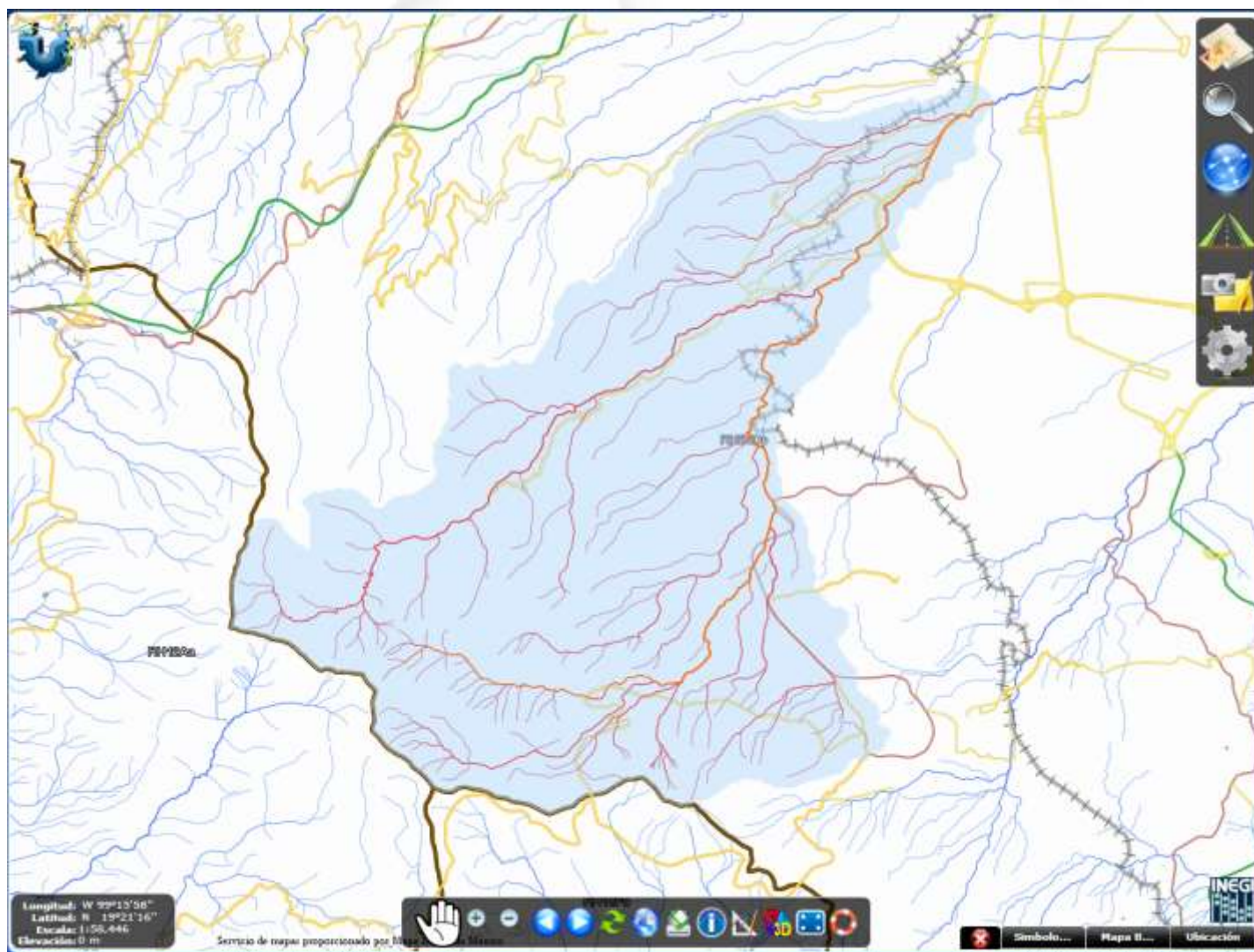


Longitud del cauce principal: 23.78 km

Pendiente media: 0.0595

Tiempo de concentración: 2.23 h

Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)





Asentamientos urbanos



Gastos de diseño

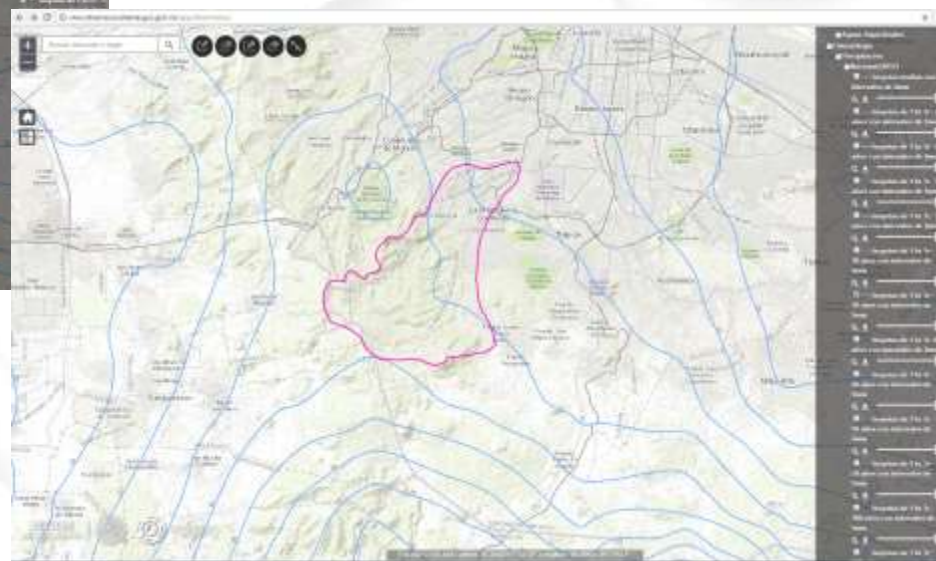
Para estimar los caudales de diseño en cualquier cuenca, se requiere la siguiente información:

- Mapas de isoyetas, elaborados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el CENAPRED
- Visualizador de Escenarios de Lluvia (VELL, CENAPRED)
- Curvas $h_p - d - T_r$,
- Curvas $i - d - T_r$,
- ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA.

Isoyetas del ANR (2017)



Isoyetas Tr 50 años (5mm)
hp=95mm



Isoyetas Tr 10 años (5mm)
hp=75mm

Visualizador de Escenarios de Lluvia (VELL)

VELL

Archivo ▾ Ayuda ▾

Selección

Organismos de cuenca

XIII Aguas del Valle de México ▾

Duración

1 Día ▾

Buscar por coordenadas

Latitud

Longitud

Visualizar

Municipios

Ríos

20.78, -97.80

Resultados

Lat 19.293, Lon -99.254

Lluvia acumulada en 1 día

	Tr (años)	Hp (mm)
▶	2	55.6
	5	70.7
	10	80.8
	20	90.4
	50	103.0
	100	112.7
	200	121.8
	500	134.6
	1000	144.4
	2000	153.7

Cerrar

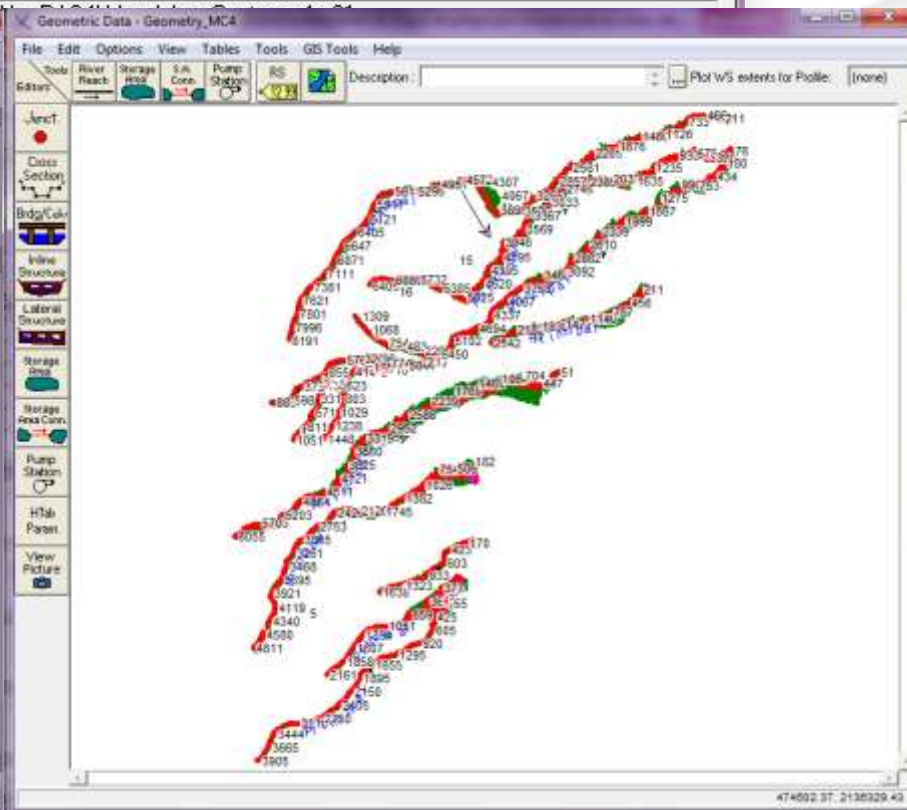
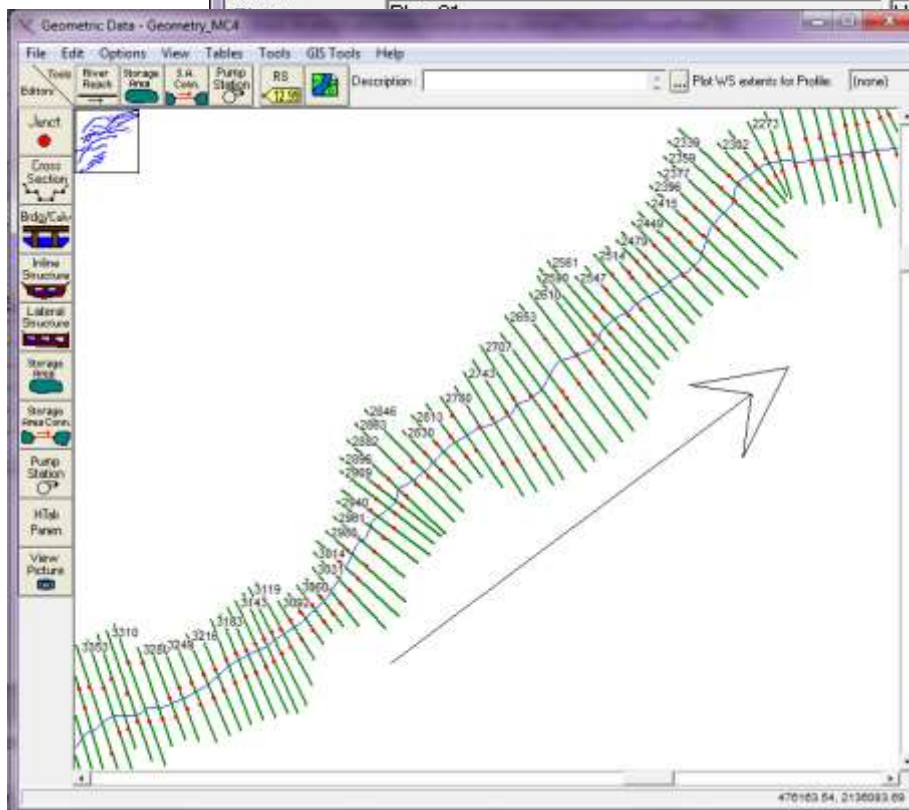
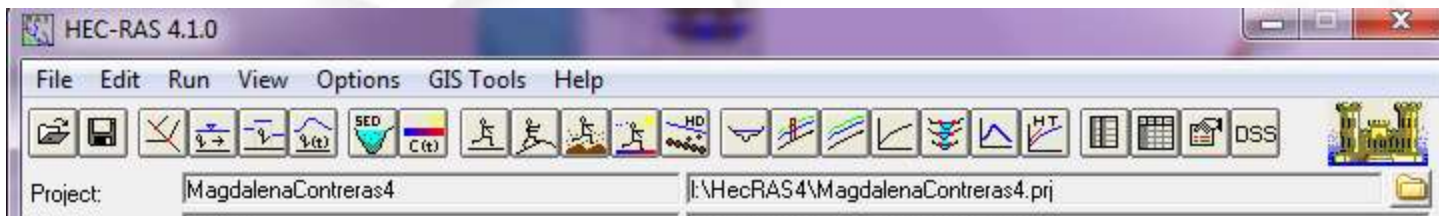
Tr 50 años hp=103 mm

Tr 10 años hp= 80.8 mm

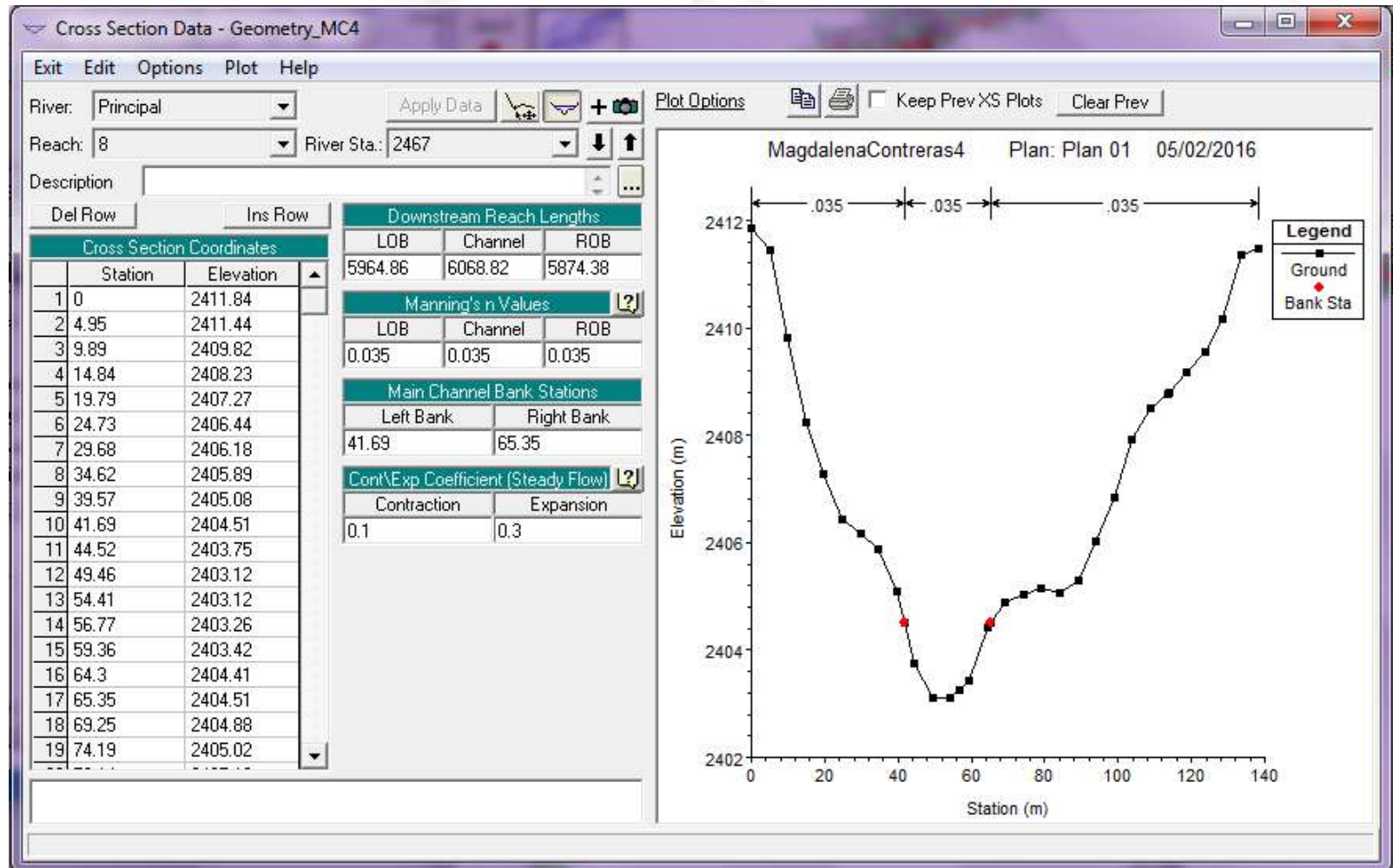
Datos de la subcuenca (resumen)

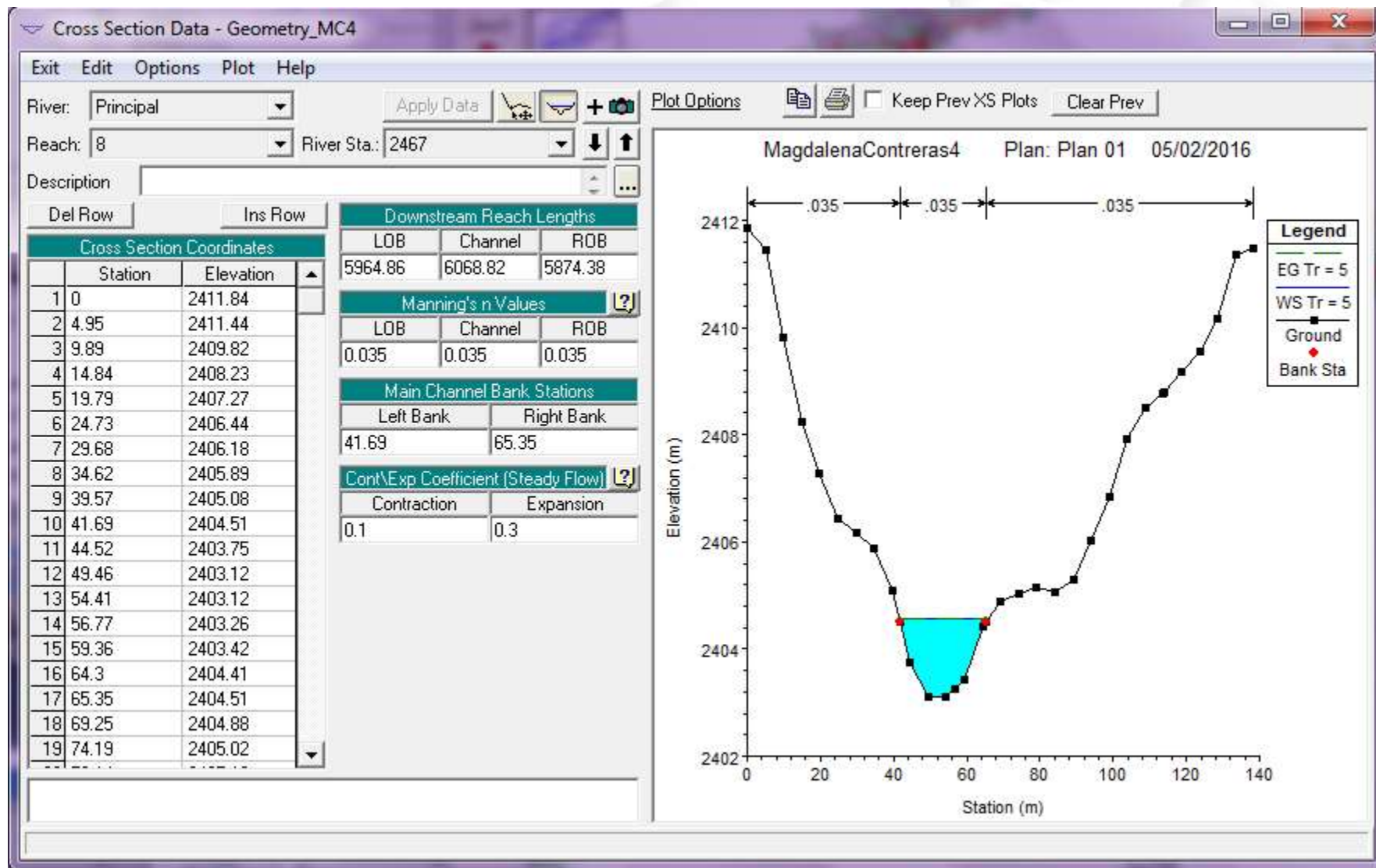
Área de la cuenca (A_c)	3.69 km²
Longitud del cauce (L_c)	6.50 km
Desnivel (ΔZ)	337.18 m
Pendiente media del cauce (S_m)	0.0529
Tiempo de concentración (t_c)	50 min
Gasto pico (Q_p), para $Tr=5$	0.86 m ³ /s

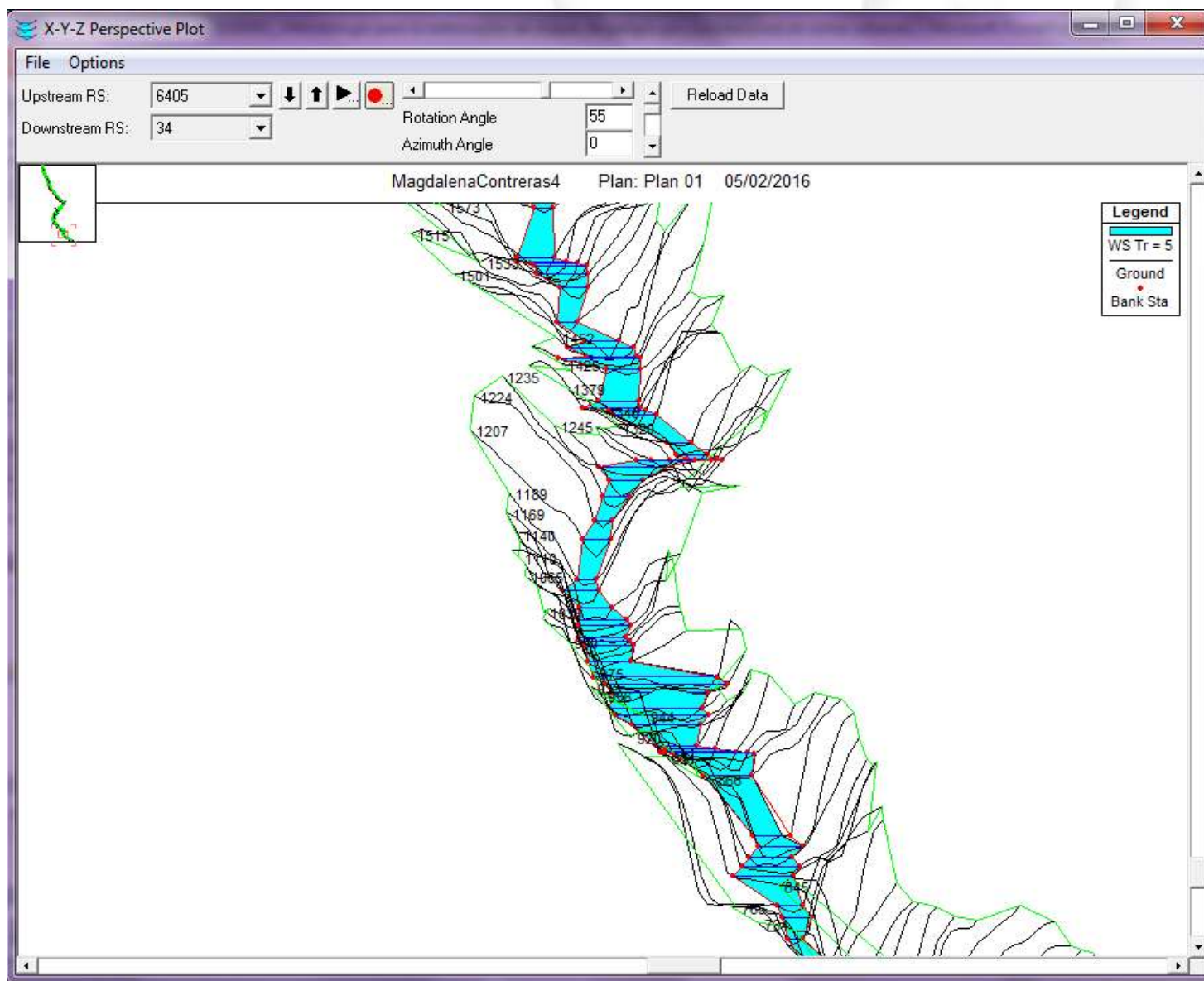
Interfaz del software HecRAS



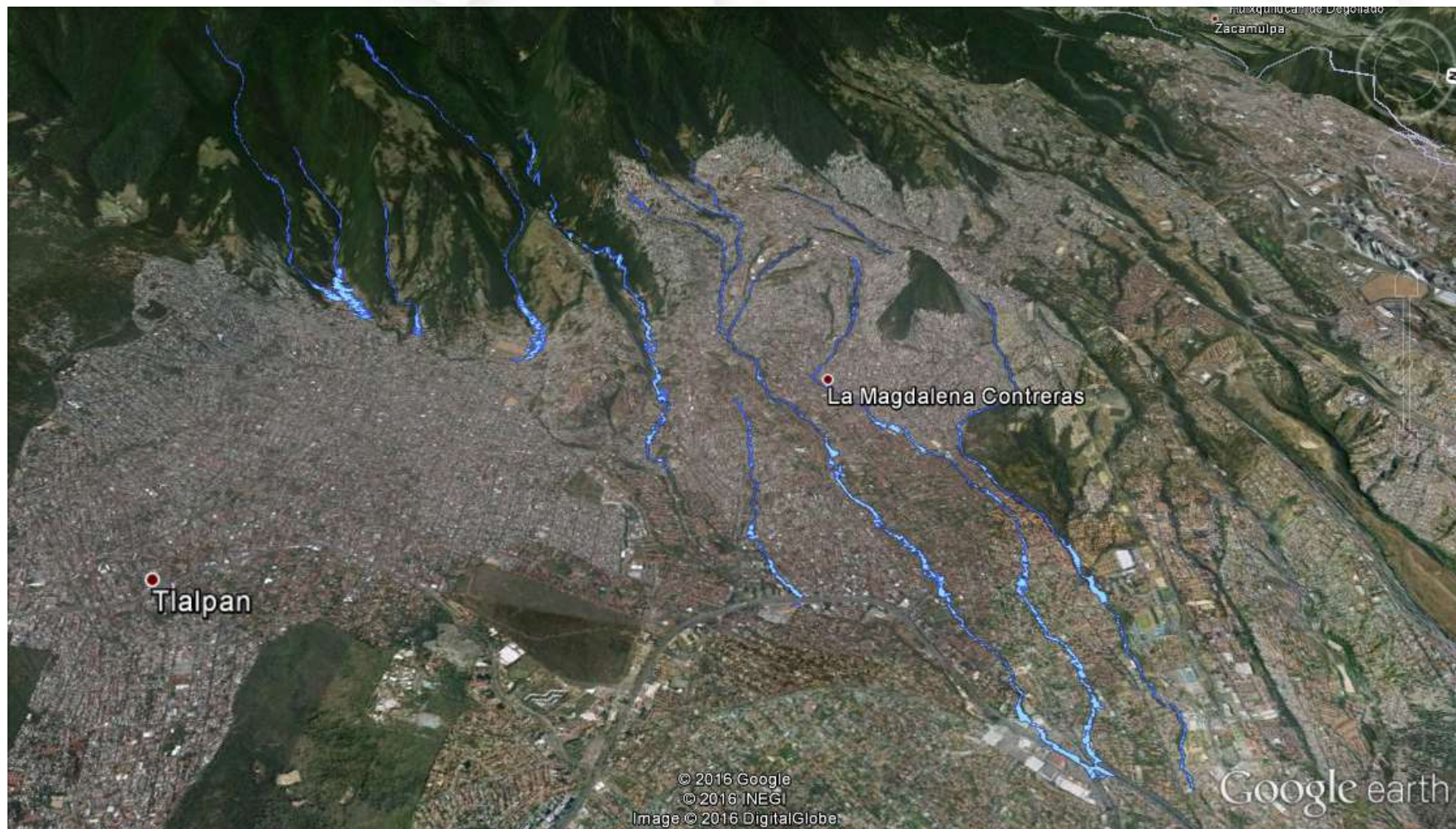
Secciones transversales





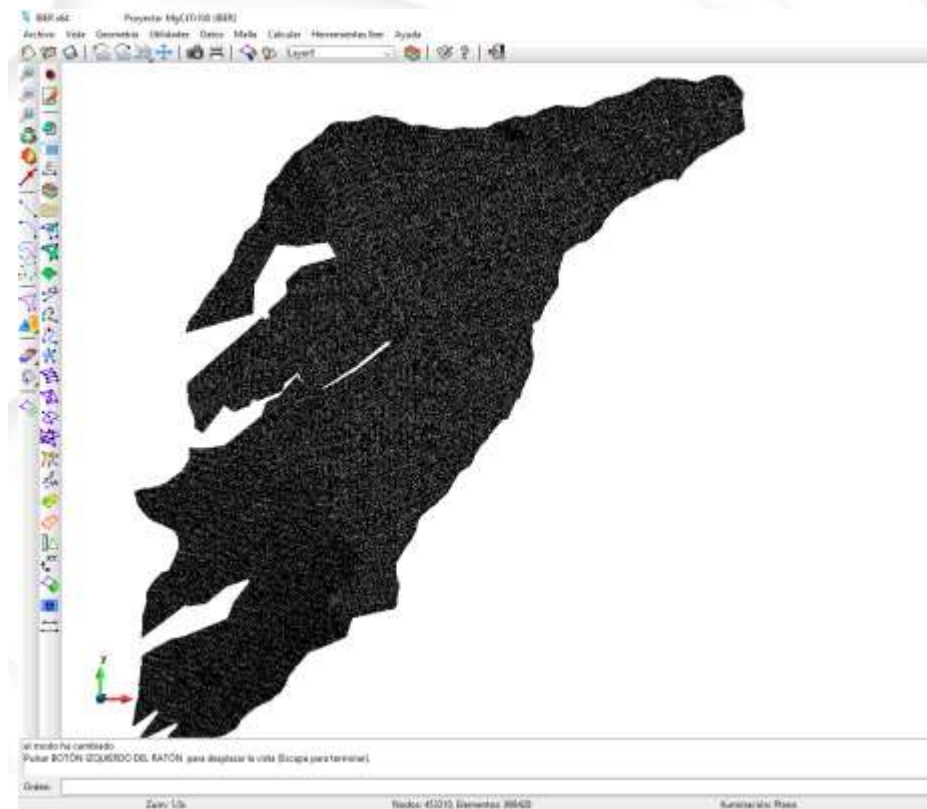
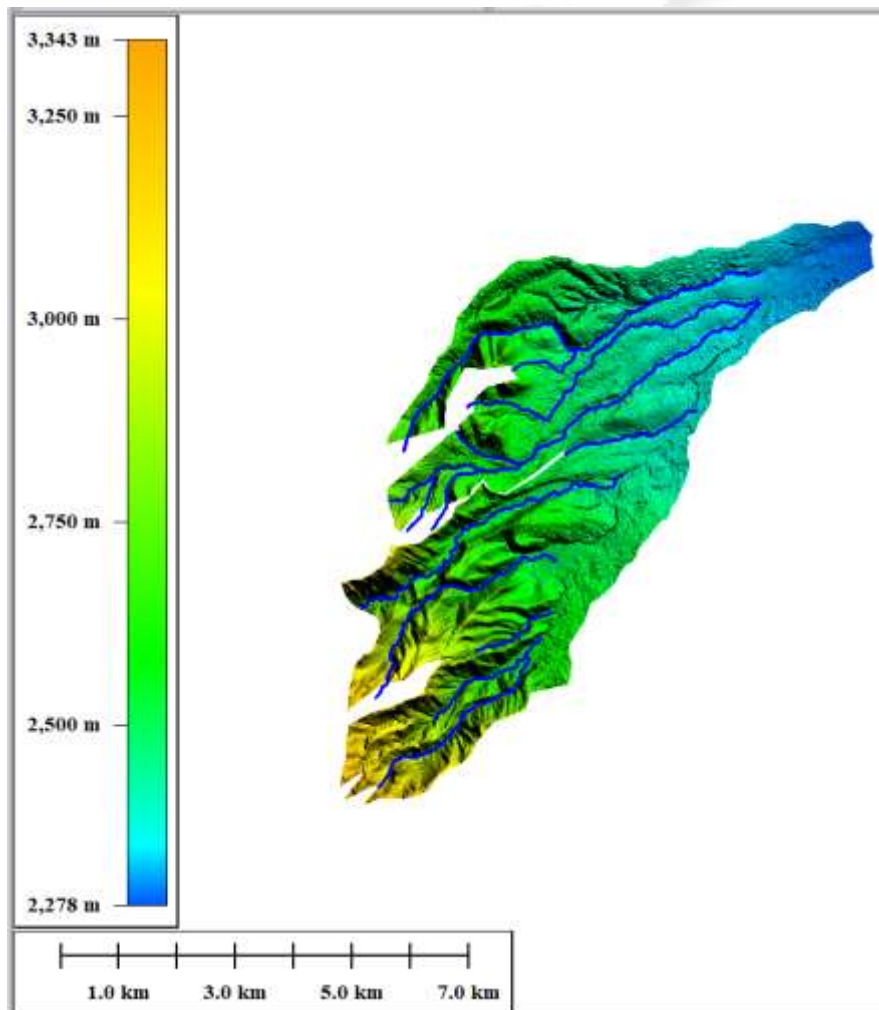


Escenario de inundación para un $T_r = 5$ años

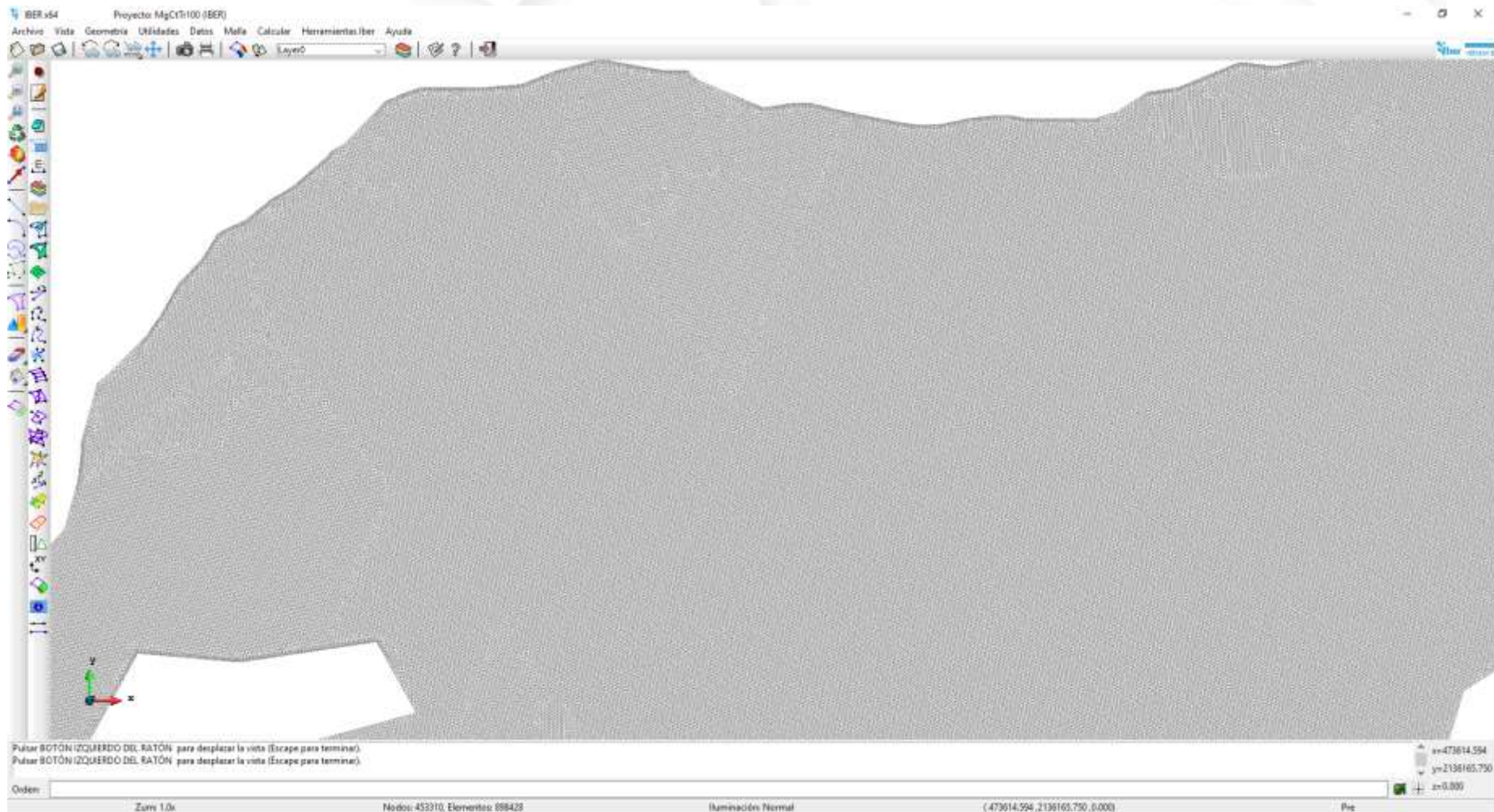




Interfaz del software Iber



Geometría para modelación hidráulica en Iber





Entrar al 2º punto
Pulsar BOTÓN (CAMBIO DEL ROSTRO) para desplazar la vista (Escapa para terminar).

0.010



Riesgo por Inundación

Definición del riesgo

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} * \text{VULNERABILIDAD} * \text{BIEN EXPUESTO}$$



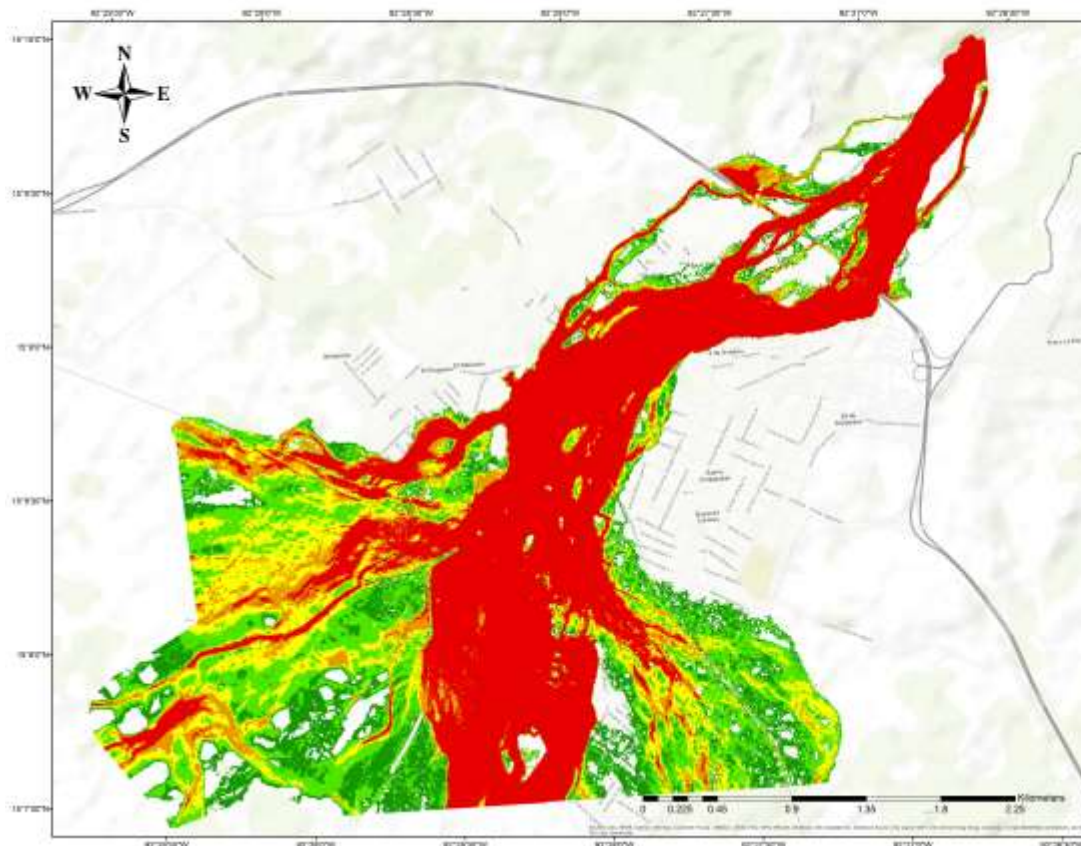
Es la **probabilidad de incidencia de un fenómeno perturbador**

Es la propensión o susceptibilidad a sufrir daños o **pérdidas asociada al peligro**

Es la cantidad de personas, **bienes y sistemas** que se encuentran en el sitio considerado y que es factible sean dañados

Mapas de peligro, velocidad y severidad

Mapa de Severidad Huixtla Tr= 100 años



SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN
Y CAMBIO CLIMÁTICO



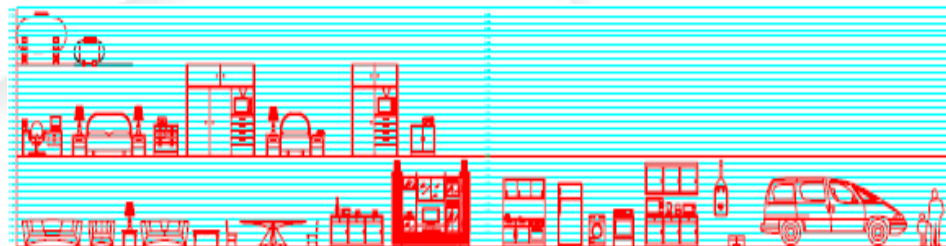
Simbología

Huixtla Severidad Tr= 100 años

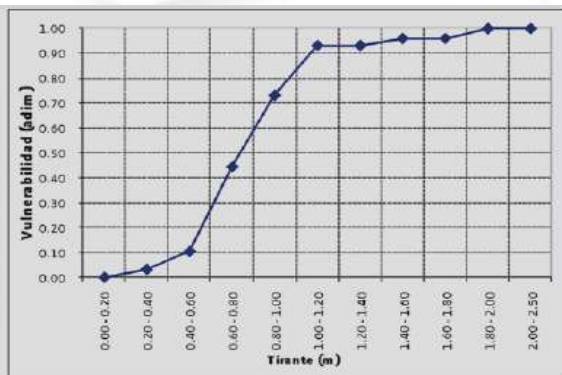
- A - Muy Alto
- B - Alto
- C - Medio
- D - Bajo
- C - Muy Bajo

Coordinate System: ITRF00 CGL
Projection: Lambert Conformal Conic
False Easting: 2 665 000 000
False Northing: 0 0000
Central Meridian: -100 0000
Standard Parallel 1: 17 5000
Standard Parallel 2: 20 5000
Scale Factor: 1 0000
Latitude Of Origin: 12 5000
Units: Meter
Datum: ITRF00

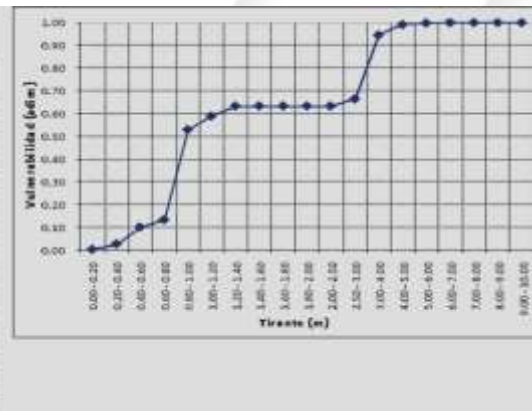
Funciones de vulnerabilidad



Elevación (m)	% de pérdida del menaje
0.00 - 0.20	0
0.20 - 0.40	3
0.40 - 0.60	10
0.60 - 0.80	44
0.80 - 1.00	73
1.00 - 1.20	93
1.20 - 1.40	93
1.40 - 1.60	96
1.60 - 1.80	96
1.80 - 2.00	100
2.00 - 2.50	100



Elevación (m)	% de pérdida del menaje
0.00 - 0.20	0
0.20 - 0.40	2
0.40 - 0.60	10
0.60 - 0.80	13
0.80 - 1.00	53
1.00 - 1.20	92
1.20 - 1.40	62
1.40 - 1.60	62
1.60 - 1.80	63
1.80 - 2.00	68
2.00 - 2.50	62
2.50 - 3.00	66
3.00 - 4.00	95
4.00 - 5.00	92
5.00 - 6.00	100
6.00 - 7.00	100
7.00 - 8.00	100
8.00 - 9.00	100
9.00 - 10.00	100



Partes del riesgo: La vulnerabilidad



COMBINACIÓN	TIPO DE VIVIENDA	COMBINACIONES ENTRE TIPO DE MATERIAL PARA EL TECHO Y PARA LOS MUROS
1	I	Vivienda con muros y techo de material de adobe
2	I	Vivienda con muros y techo de lámina de cartón
3	I	Vivienda con muros de lámina de cartón y techo de lámina de asbesto o metálica
4	II	Vivienda con muros de lámina de asbesto o metálica y techo de lámina de cartón
5	II	Vivienda con muros de carrizo, bambú o palma y techo de lámina de cartón
6	II	Vivienda con muros de carrizo, bambú o palma y techo de lámina de asbesto o metálica
7	II	Vivienda con muros de embarró o bajareque y techo de lámina de cartón
8	II	Vivienda con muros de embarró o bajareque y techo de lámina de asbesto o metálica
9	II	Vivienda con muros de embarró o bajareque y techo de palma, tejamanil o madera
10	II	Vivienda con muros de madera y techo de lámina de cartón
11	III	Vivienda con muros de madera y techo de lámina de asbesto o metálica
12	II	Vivienda con muros de adobe y techo de lámina de cartón
13	III	Vivienda con muros de adobe y techo de lámina de asbesto o metálica
14	III	Vivienda con muros de adobe y techo de lámina de palma, tejamanil o madera
15	III	Vivienda con muros de adobe y techo de lámina de teja
16	II	Vivienda con muros de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de lámina de cartón
17	III	Vivienda con muros de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de lámina de asbesto o metálica
18	III	Vivienda con muros de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de palma, tejamanil o madera
19	III	Vivienda con muros de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de teja
20	IV	Vivienda con muros de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de losa de concreto, traque, ladrillo o terrado con viguería



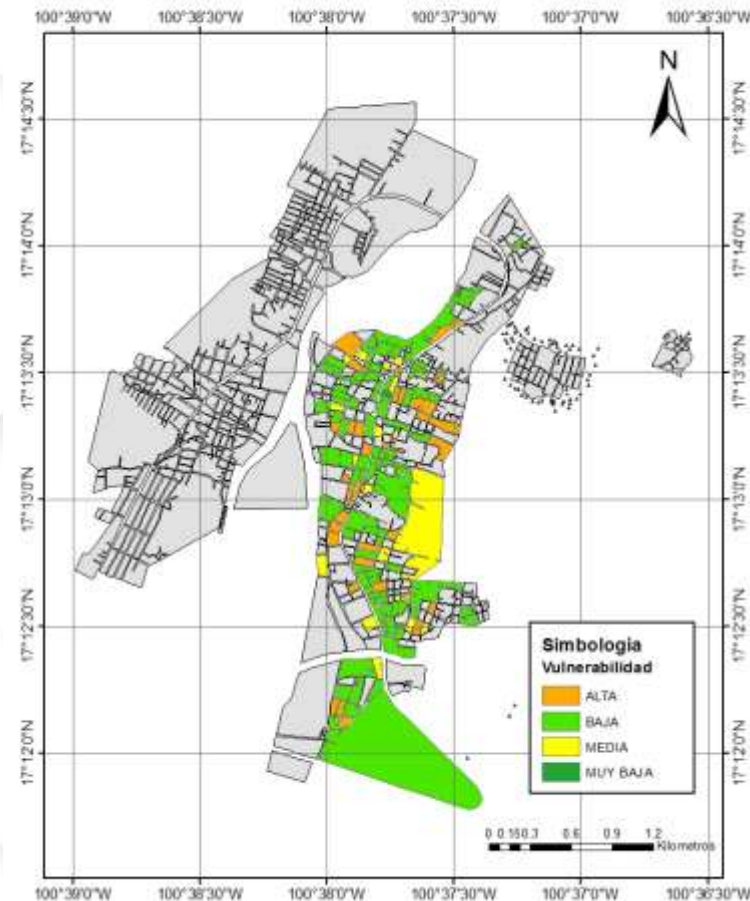
Tipo	Color	Vulnerabilidad
I	Rojo	Muy Alta
II	Naranja	Alta
III	Amarillo	Media
IV	Verde	Baja
V	Verde	Muy Baja

Mapas de vulnerabilidad



Mapa de vulnerabilidad en la Ciudad de Aguascalientes, 2017

Vulnerabilidad Tecpan de Galeana



Mapa de vulnerabilidad en Tecpan, Guerrero, 2017

Función de riesgo

$$R = C V P$$

donde:

C , valor de los bienes expuestos

V , vulnerabilidad o porcentaje de daños en una vivienda

P , peligro o probabilidad de que ocurra un determinado evento

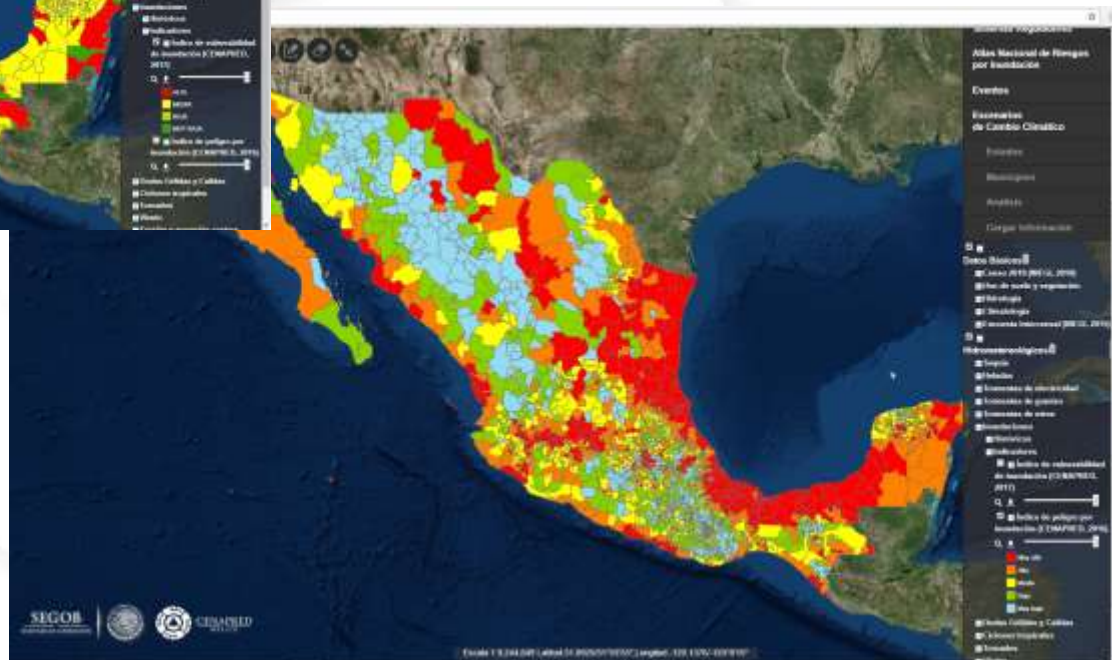
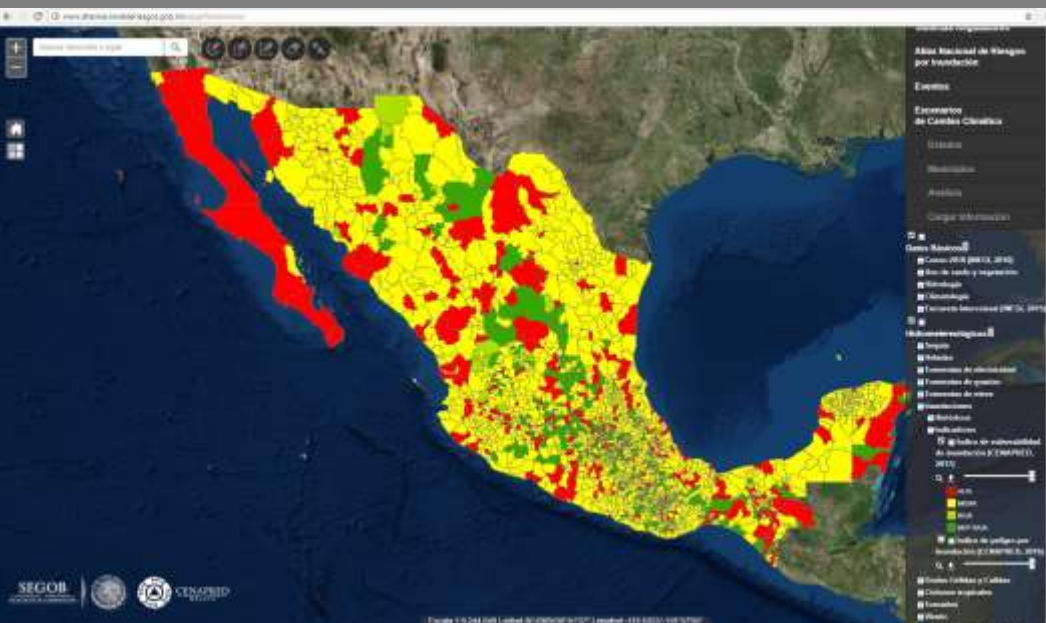
Intensidad i (no.)	Tr (i) (años)	P(i)
1	2	0.5
2	5	0.2
3	10	0.1
4	20	0.05
5	50	0.02
6	100	0.01
7	200	0.005
8	500	0.002
9	1000	0.001

Tabla 47 Función de peligro, P (i)
Fuente: CENAPRED, 2011

Función de riesgo



Índices de vulnerabilidad y peligro a nivel municipal



Algunas medidas de mitigación: estructurales

Son aquellas obras hidráulicas que ayudan a evitar, lo menor posible, los efectos negativos de las inundaciones. Entre ellas están las presas de regulación, sistemas de drenaje, encauzamiento de ríos, bordos de protección, lagunas de regulación, rectificación de arroyos, bordos perimetrales, etc.



Algunas medidas de mitigación: no estructurales

Se basan en la planeación, organización, coordinación y ejecución de acciones que buscan disminuir los daños causados por las inundaciones. Entre ellas están; elaboración de mapas de riesgo, reglamentar el uso del suelo, reordenamiento territorial, planes de emergencia, simulacros, etc.



Conclusiones

- Las metodologías de detección y/o pronóstico de inundaciones son necesarias para identificar zonas y asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.
- Los periodos de retorno son necesarios para definir la magnitud de eventos hidrológicos, su probabilidad de ocurrencia y para el diseño de obras hidráulicas.
- Es de importancia de contar con buena información para obtener los mapas de peligro por inundación como la información topo batimétrica, climatológica, hidrométrica, etc.
- La elaboración de mapas de riesgo por inundación con calidad suficiente son necesarios para llevar a cabo una adecuada prevención y atención en zonas con posible afectación por inundaciones.



COORDINACIÓN NACIONAL DE
PROTECCIÓN CIVIL
MÉXICO

M.I. Angel Bautista Tadeo
Jefe del departamento de Análisis de Escenarios por
Inundación .
aboutistat@cenapred.unam.mx
Centro Nacional de Prevención de Desastres

SEGOB
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



www.segob.gob.mx
@segob_mx

protección civil federal :
www.proteccioncivil.gob.mx
@pcsegob