



SEDENA

SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL

**ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE UN ESTUDIO HIDROLÓGICO Y
MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN AEROPUERTO
MIXTO CIVIL/MILITAR CON CAPACIDAD INTERNACIONAL EN LA
BASE AÉREA MILITAR NO. 1 (SANTA LUCÍA, EDO. DE MÉX.),
SU INTERCONEXIÓN CON EL A.I.C.M. Y REUBICACIÓN DE LAS
INSTALACIONES MILITARES**

Contenido

Fase I. Recopilación de información

Fase II. Hidrología

- II.1 Estimación de las características hidrográficas de la cuenca
- II.2 Análisis de la precipitación
- II.3 Estimación de crecientes

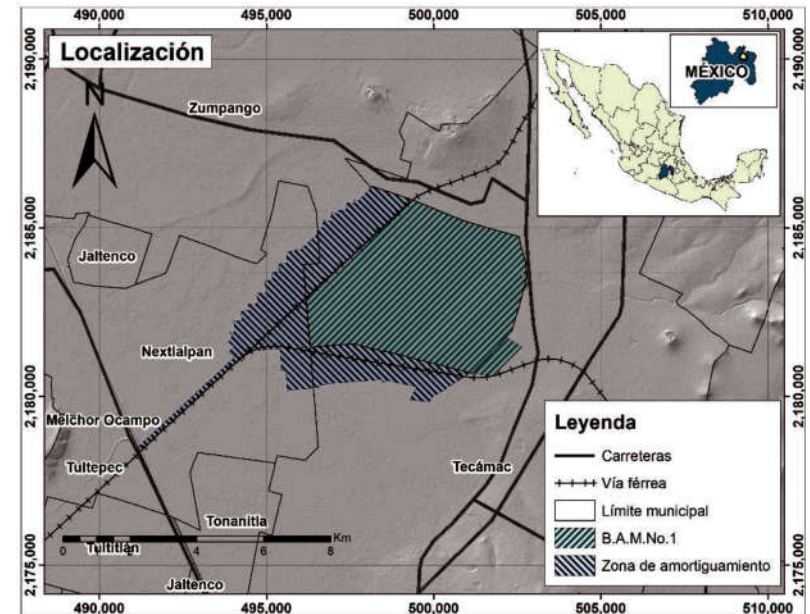
Fase III. Procesamiento y elaboración de MDE

Fase IV. Modelación hidráulica

- IV.1 Preprocesamiento
- IV.2 Geometría del modelo y mallado
- IV.3 Condiciones de contorno
- IV.4 Rugosidad superficial
- IV.5 Modelación hidráulica y calibración
- IV.6 Zonificado de tirantes
- IV.7 Mapas de riesgo



Conclusiones y recomendaciones

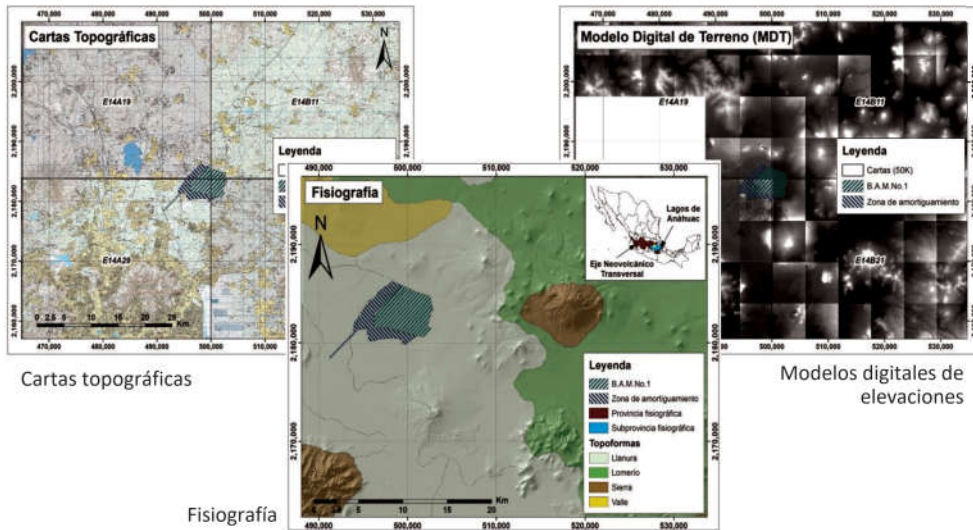


Ubicación Geográfica de la Base Aérea Militar No. 1 Santa Lucía, Edo. Méx.

Fase I. Recopilación de información



- Recopilación de estudios anteriores
- Información fisiográfica
- Aspectos sociales
- SEDENA
- Información climatológica

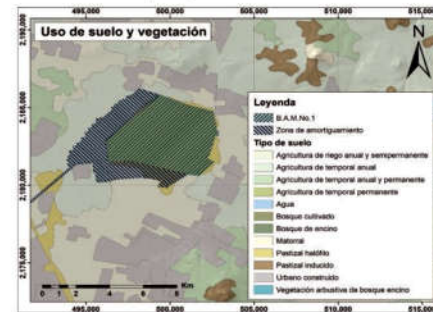


Cartas topográficas

Fisiografía

Modelos digitales de elevaciones

Uso de suelo y vegetación



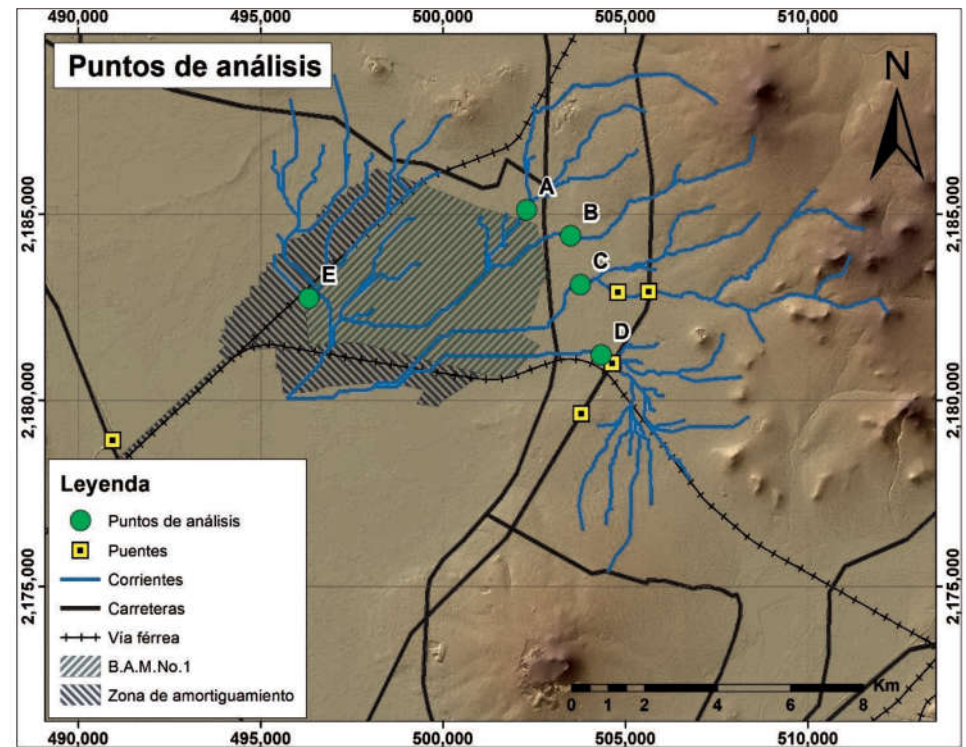
Estaciones climatológicas



Volver a contenido

Fase II. Hidrología

- Mediante el uso de las herramientas SIG fue posible estimar los escurrimientos que topográficamente confluyen hacia el predio de la Base Aérea Militar no. 1 (Santa Lucía, Edo. Méx.).
- Se identificaron en campo sitios en los cuales aún se puede observar la formación y entrada de escurrimiento, que servirán para considerarlos como entradas al modelo hidráulico.
- Se analizaron los puntos identificados con las letras A, B, C, D y E como escurrimientos que pueden confluir hacia el sitio de estudio.
- Se analizó la Base Aérea Militar No. 1 (Santa Lucía, Edo. Méx.) como una subcuenca independiente.

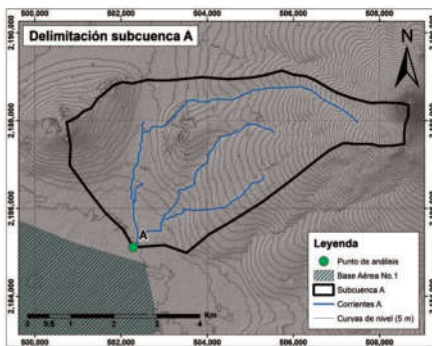


Análisis hidrológico, identificación de escurrimientos (puntos de análisis).

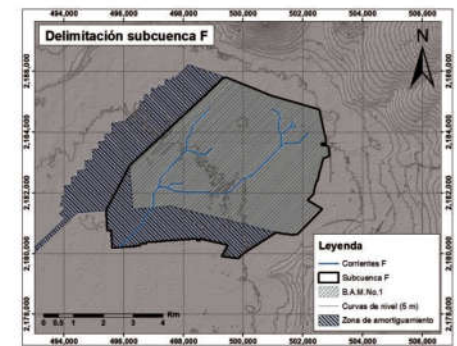


II.1 Estimación de las características hidrográficas de las subcuencas.

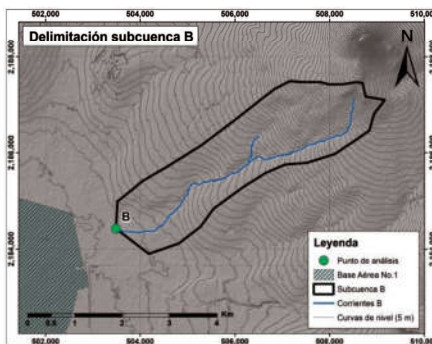
- Se estimaron las características hidrográficas de cada subcuenca.
- Se estimaron los tiempos de concentración mediante tres métodos.
- Se estimó el Número N mediante edafología y uso de suelo



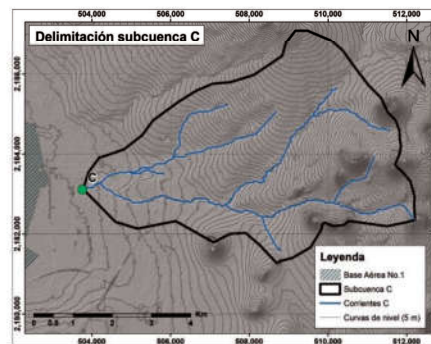
Delimitación subcuenca A



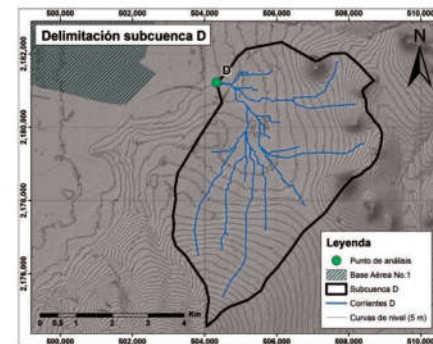
Delimitación subcuenca F



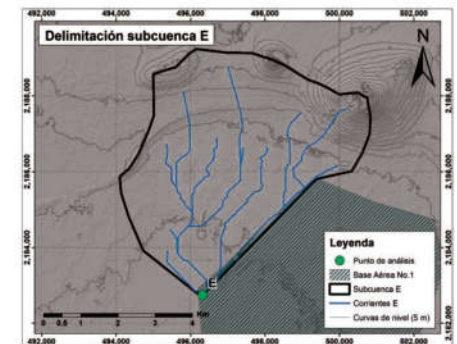
Delimitación subcuenca B



Delimitación subcuenca C



Delimitación subcuenca D



Delimitación subcuenca E

II.1 Estimación de las características hidrográficas de las subcuencas.

Características hidrográficas de la cuenca

Característica	SUBCUENCAS					
	A	B	C	D	E	F
A	19.63	8.05	28.42	26.43	26.53	29.29
L_p	19.85	14.28	23.20	21.80	20.70	23.56
m_p	1.26	1.42	1.23	1.20	1.13	1.23
P_f	1.01	1.77	0.82	0.82	0.78	0.80
X_c	504113	506206	508411	505809	497137	499369
Y_c	2187380	2185890	2183930	2178960	2186370	2182620
L_c	7.59	6.00	8.19	8.22	6.77	8.6
B_{max}	4.96	1.79	5.00	7.23	6.73	6.71
B_{med}	2.59	1.34	3.47	3.21	3.92	3.41
C_{ac}	-0.48	0.69	0.15	-0.68	-0.11	-0.22
S_c	4.54	5.56	6.74	3.63	1.94	0.70
E_m	2309.19	2340.45	2360.67	2290.57	2249.90	2240.74
i	3	2	3	3	3	3
L_{cp}	8.27	6.46	9.57	6.70	6.94	6.71
K_s	1.32	1.10	1.17	1.01	1.08	1.17
D_c	0.31	0.25	0.35	0.87	0.49	0.08
D_d	0.86	0.88	0.96	1.34	1.22	0.23
S_{cp}	1.04	2.29	1.22	0.82	0.14	0.06
T	Muy pequeña	Muy pequeña	Muy pequeña	Muy pequeña	Muy pequeña	Muy pequeña

Tiempo de concentración

Tc (hr)	A	B	C	D	E	F
Vel. de onda	3.76	2.69	3.54	3.05	NA	NA
Kirpich	1.96	1.27	2.19	1.94	3.94	5.05
Chow	3.18	2.11	3.31	2.99	5.39	6.92
Tc min =	1.96	1.27	2.19	1.94	3.94	5.05

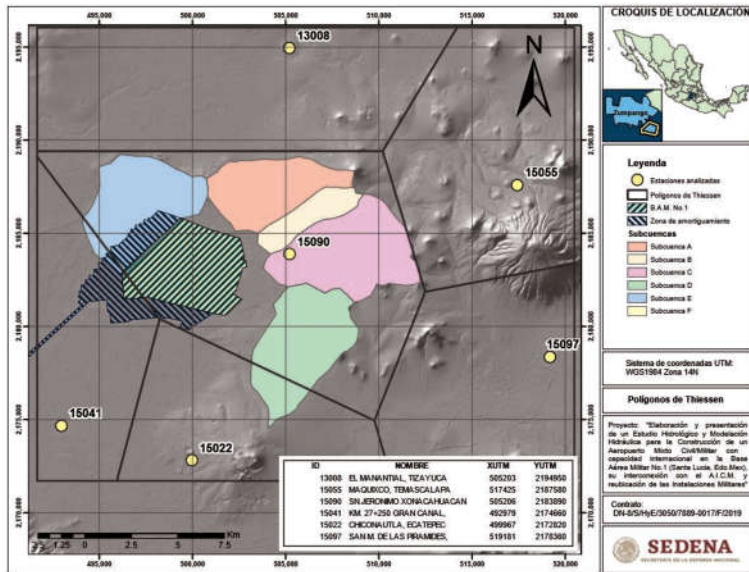
Número N

SUBCUENCA	N
A	88.1
B	87.9
C	88.7
D	88.2
E	87.0
F	84.4

- A = Área de la cuenca en Km²
- L_p = Longitud de parteaguas o perímetro de la cuenca en km
- m_p = Coeficiente de desarrollo de la línea del parteaguas
- P_f = Parámetro de forma
- X_c = Coordenadas en X en m
- Y_c = Coordenadas en Y en m
- L_c = Longitud de cuenca en km
- B_{max} = Ancho máximo de la cuenca en km
- B_{med} = Ancho medio de la cuenca en km
- C_{ac} = Coeficiente de asimetría de la cuenca
- S_c = Pendiente media de la cuenca en porcentaje
- E_m = Elevación media de la cuenca en msnm
- i = Orden de corriente
- L_{cp} = Longitud cauce principal en km
- K_s = Coeficiente de sinuosidad
- D_c = Densidad de corriente
- D_d = Densidad de drenaje
- S_{cp} = Pendiente media del cauce principal en porcentaje
- T = Tamaño de cuenca

II.2 Análisis de la precipitación

Áreas de influencia - Polígonos de Thiessen



Estación	A		B		C		D		E		F		Total		
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
13008															
15022							5.24	19.8%					5.24	3.8%	
15041									1.59	6%	4.233	14%	5.83	4.2%	
15055					0.12	0.4%							0.12	0.1%	
15090	19.63	100%	8.05	100%	28.30	99.6%	21.20	80.2%	24.94	94%	25.06	86%	7	91.9%	
15097															
Total	19.63	100%	8.05	100%	28.42	100%	26.43	100%	26.53	100%	29.29	100%	138.3	5	100%

Estimación de precipitación asociada a diversos Periodos de retorno (Tr)

Tr Años	PRECIPITACIONES EN MM (FUNCIÓN GUMBEL Y DOBLE GUMBEL)			
	A, B y C	D	E	F
2	41.8	41.7	41.7	40.6
5	52.5	50.6	51.9	56.1
10	59.6	56.5	58.6	60.1
20	66.4	62.2	65	62.9
50	75.3	69.5	73.4	66.3
100	81.9	75	79.6	68.8
500	97.2	87.6	94.1	74.9
1000	103.8	93.1	100.3	77.8
Error estándar	1.94	1.6	1.93	1.23

Polígonos de Thiessen

- Análisis y eliminación de datos erróneos
- Pruebas estadísticas de homogeneidad

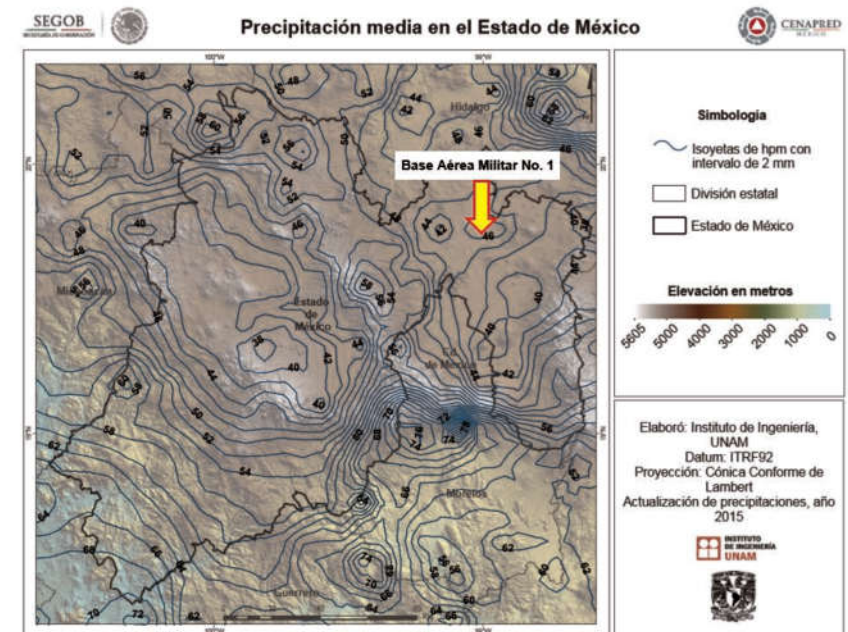
15022 – Homogénea
15041 – Homogénea
15090 – Homogénea

II.2 Análisis de la precipitación como entorno regional

- Mediante el estudio realizado en el año 2017, por el Instituto de Ingeniería, de la UNAM, en el cual se realizó un análisis estadístico de las precipitaciones máximas anuales en todo el país, se estimaron precipitaciones asociadas a diversos periodos de retorno.
- Se compararon con las precipitaciones obtenidas en el análisis anterior, resultando mayores las precipitaciones analizadas mediante un entorno regional.

Precipitaciones asociadas a diversos Tr en el sitio de estudio

Estado	Región	Tr 2 años	Tr 5 años	Tr 10 años	Tr 20 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años	Tr 1000 años
Edo Mx	Factor	0.95	1.22	1.4	1.57	1.79	1.95	2.33	2.5
P (mm)	46	43.7	56.12	64.4	72.22	82.34	89.7	107.18	115



Precipitación media en el Estado de México.



II.2 Análisis de la precipitación como entorno regional

- Obtención de hietograma para lluvia de 24 horas, mediante factor de convectividad en el sitio de estudio (Baeza, 2007).



Factor de reducción por área

Subcuenca	A	B	C	D	E	F
Total (km2)	19.63	8.05	28.42	26.43	26.53	29.29
FRA	0.94	1	0.91	0.91	0.91	0.90

Precipitaciones asociadas a diversos Tr

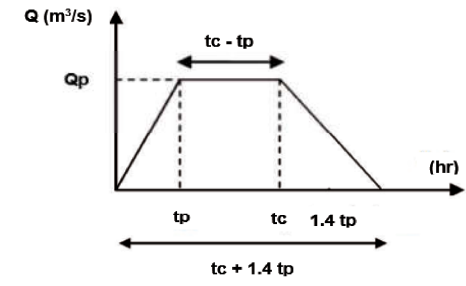
d (min)	Precipitación asociada a diversos Tr, en mm. Subcuenca F								
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
60	0.15	0.20	0.23	0.25	0.29	0.31	0.34	0.38	0.40
120	0.18	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
180	0.18	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
240	0.20	0.26	0.30	0.34	0.39	0.42	0.46	0.50	0.54
300	0.26	0.33	0.38	0.42	0.48	0.52	0.57	0.63	0.67
360	0.28	0.36	0.41	0.46	0.53	0.58	0.63	0.69	0.74
420	0.36	0.46	0.53	0.59	0.67	0.73	0.80	0.88	0.94
480	0.43	0.56	0.64	0.72	0.82	0.89	0.97	1.07	1.14
540	0.59	0.76	0.87	0.97	1.11	1.21	1.31	1.44	1.55
600	0.92	1.18	1.36	1.52	1.73	1.89	2.05	2.26	2.42
660	1.92	2.46	2.83	3.17	3.61	3.94	4.28	4.70	5.05
720	25.56	32.83	37.67	42.25	48.17	52.47	57.05	62.70	67.28
780	3.86	4.96	5.69	6.38	7.27	7.92	8.61	9.47	10.16
840	1.25	1.61	1.85	2.07	2.36	2.57	2.80	3.07	3.30
900	0.72	0.92	1.05	1.18	1.35	1.47	1.60	1.76	1.88
960	0.51	0.66	0.75	0.84	0.96	1.05	1.14	1.25	1.35
1020	0.41	0.53	0.60	0.68	0.77	0.84	0.91	1.00	1.08
1080	0.31	0.39	0.45	0.51	0.58	0.63	0.68	0.75	0.81
1140	0.28	0.36	0.41	0.46	0.53	0.58	0.63	0.69	0.74
1200	0.23	0.30	0.34	0.38	0.43	0.47	0.51	0.56	0.61
1260	0.23	0.30	0.34	0.38	0.43	0.47	0.51	0.56	0.61
1320	0.18	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
1380	0.18	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
1440	0.15	0.20	0.23	0.25	0.29	0.31	0.34	0.38	0.40
P total	39.3	50.5	58.0	65.0	74.1	80.8	87.8	96.5	103.5



II.3 Estimación de crecientes

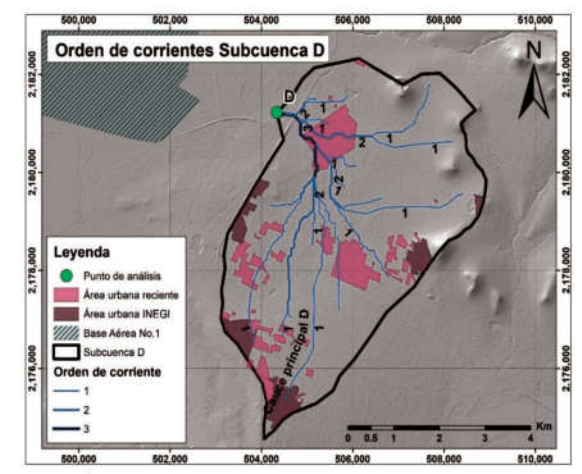
Obtención de crecientes mediante los métodos:

- Racional
- Hidrograma unitario triangular (HUT)
- Ven Te Chow
- Hidrograma sintético trapezoidal (HST)



Gastos máximos para un Tr = 100 años

Cuenc a	Área (km2)			Índice de urbanización	Coeficientes de escurrimiento		
	Total	Urbanizada	Sin urbanizar		No urbano	Urbano	total
A	19.63	5.30	14.3	0.60	0.35	0.9	0.40
B	8.05	2.33	5.7	0.60	0.35	0.9	0.41
C	28.42	4.26	24.2	0.60	0.35	0.9	0.38
D	26.43	4.49	21.9	0.60	0.35	0.9	0.38
E	26.53	4.78	21.8	0.60	0.35	0.9	0.38
F	29.29	2.79	26.5	0.60	0.35	0.9	0.37



Áreas urbanas (INEGI) y áreas recientes (Google earth)

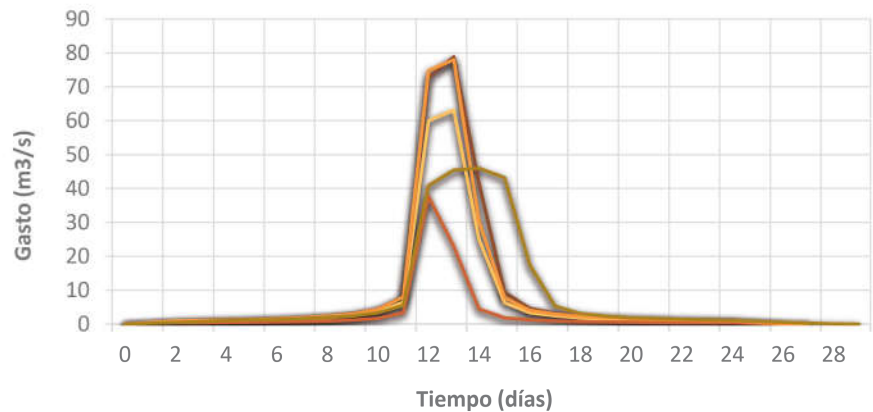


II.3 Estimación de crecientes

Comparación de gastos máximos para los métodos utilizados Tr = 100 años (m³/s)

Método	A	B	C	D	E	F
Racional	46.0	23.87	65.18	62.79	37.45	29.83
HUT*	35.0	16.05	51.09	47.64	33.93	28.55
Ven Te Chow	35.8	18.26	53.13	50.46	32.58	25.8
HST**	63.1	37.66	78.81	77.96	46.0	39.7

Hidrogramas para Tr = 100 años



— Subcuenca A — Subcuenca B — Subcuenca C — Subcuenca D — Subcuenca E

Hidrogramas en subcuencas para Tr = 5 años (m³/s)

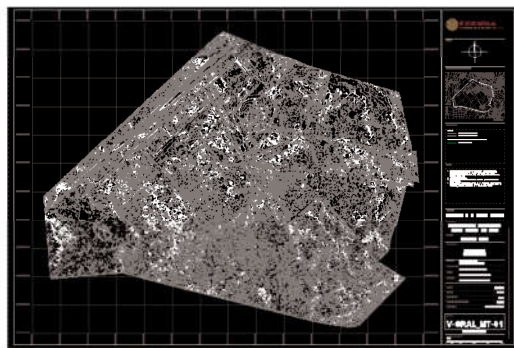
Tr (Hr)	A	B	C	D	E	F
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.208	0.136	0.250	0.260	0.135	0.113
2	0.445	0.224	0.542	0.552	0.292	0.245
3	0.531	0.235	0.689	0.656	0.449	0.376
4	0.575	0.258	0.748	0.710	0.623	0.527
5	0.678	0.314	0.873	0.838	0.745	0.715
6	0.789	0.359	1.016	0.975	0.840	0.845
7	0.944	0.438	1.218	1.167	0.996	0.983
8	1.158	0.539	1.485	1.432	1.202	1.171
9	1.493	0.708	1.913	1.847	1.504	1.460
10	2.173	1.069	2.758	2.690	2.068	1.961
11	4.017	2.097	5.030	4.980	3.452	3.171
12	37.548	23.552	45.438	46.775	25.542	21.743
13	39.523	14.314	49.291	48.759	28.437	24.282
14	15.606	2.757	25.901	18.891	28.762	24.808
15	3.952	1.170	5.862	4.830	27.029	24.736
16	2.068	0.759	2.861	2.541	10.880	23.937
17	1.475	0.581	1.992	1.816	3.315	11.016
18	1.131	0.447	1.518	1.393	1.947	3.265
19	0.926	0.381	1.240	1.142	1.459	1.933
20	0.788	0.324	1.044	0.972	1.172	1.449
21	0.712	0.303	0.943	0.878	0.997	1.194
22	0.625	0.257	0.825	0.771	0.863	1.000
23	0.558	0.235	0.742	0.688	0.770	0.882
24	0.505	0.213	0.665	0.623	0.692	0.782
25	0.264	0.065	0.373	0.322	0.492	0.600
26	0.053	0.000	0.105	0.063	0.323	0.431
27	0.000		0.000	0.000	0.167	0.287
28					0.033	0.155



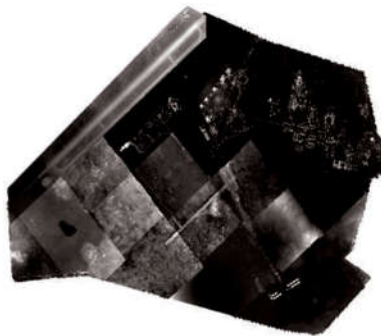
Volver a contenido

Fase III. Procesamiento y elaboración de MDE

Información proporcionada por la
SEDENA:



Curvas de nivel de topografía levantada en campo

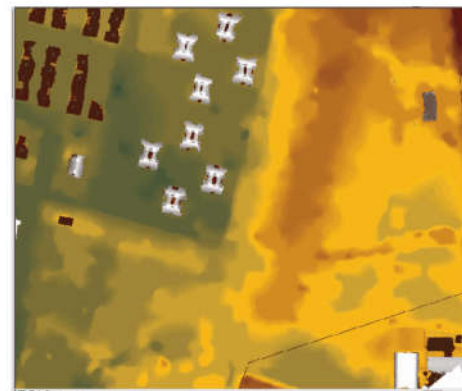


Imágenes TIF

Procesamiento:

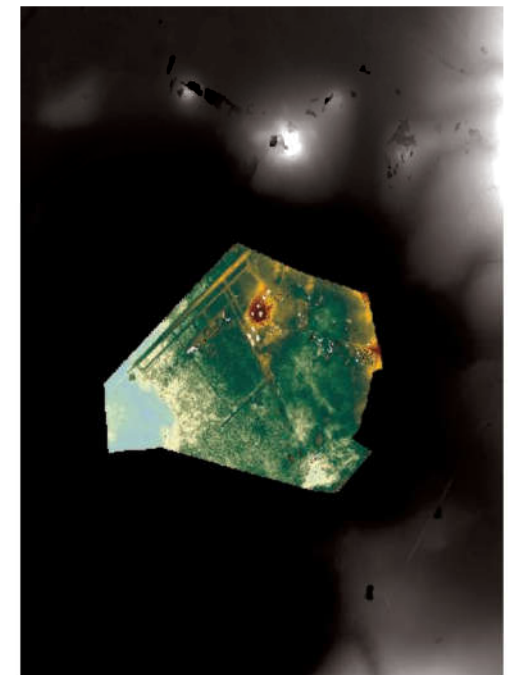


Eliminación de errores



Inclusión de edificios

Obtención del Modelo Digital de
Elevaciones:



Obtención de MDE de Base Aérea Militar No. 1
(Santa Lucía, Edo. Méx.) y sus alrededores



Volver a contenido

Fase IV. Modelación hidráulica



Software utilizado: IBER



Modelo de simulación numérica que resuelve las ecuaciones de aguas someras conocidas como St. Venant bidimensionales, utilizadas en los estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables y cálculo de transporte de sedimentos y contaminantes.

<http://www.iberaula.es/>

Modelos
realizados

Modelo I. Tr = 100 años.

Modelo I. Tr = 5 años.

Procedimiento general

- Crear geometría
- Asignar parámetros de entrada
- Asignar condiciones de contorno e iniciales.
- Asignar operaciones generales de cálculo.
- Construir mallado
- Ejecución de los cálculos

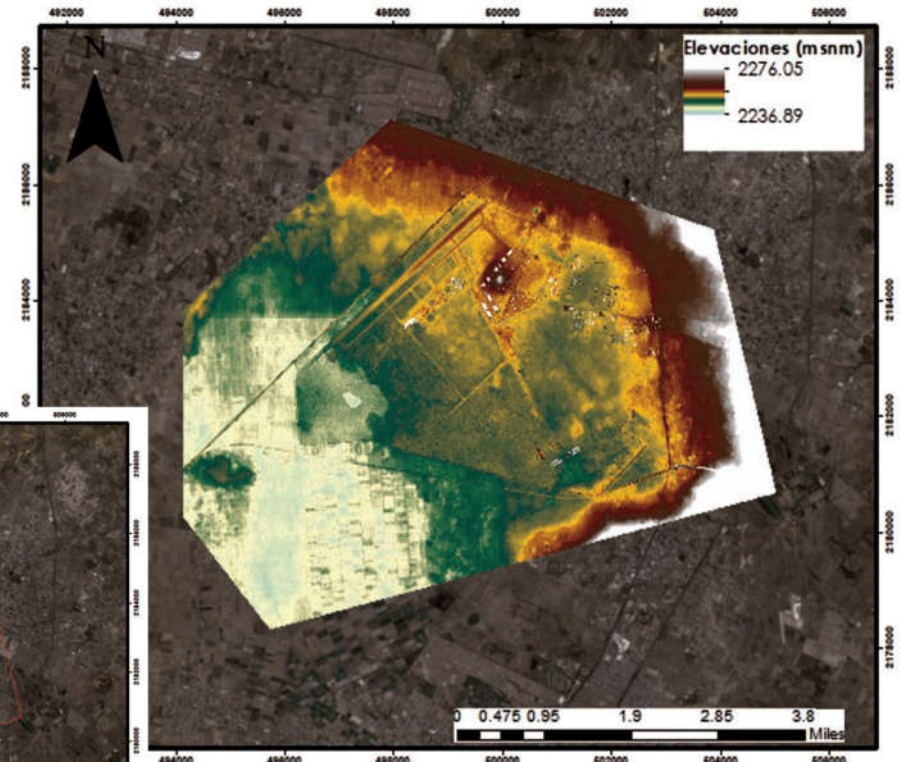
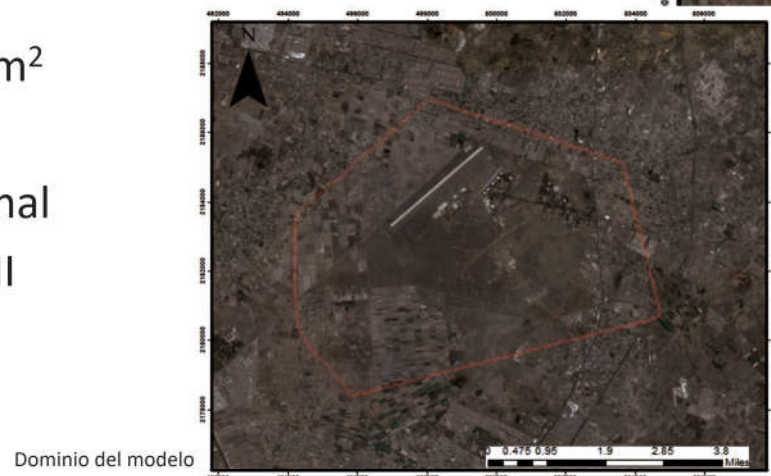


Volver a contenido



IV.1 Preprocesamiento

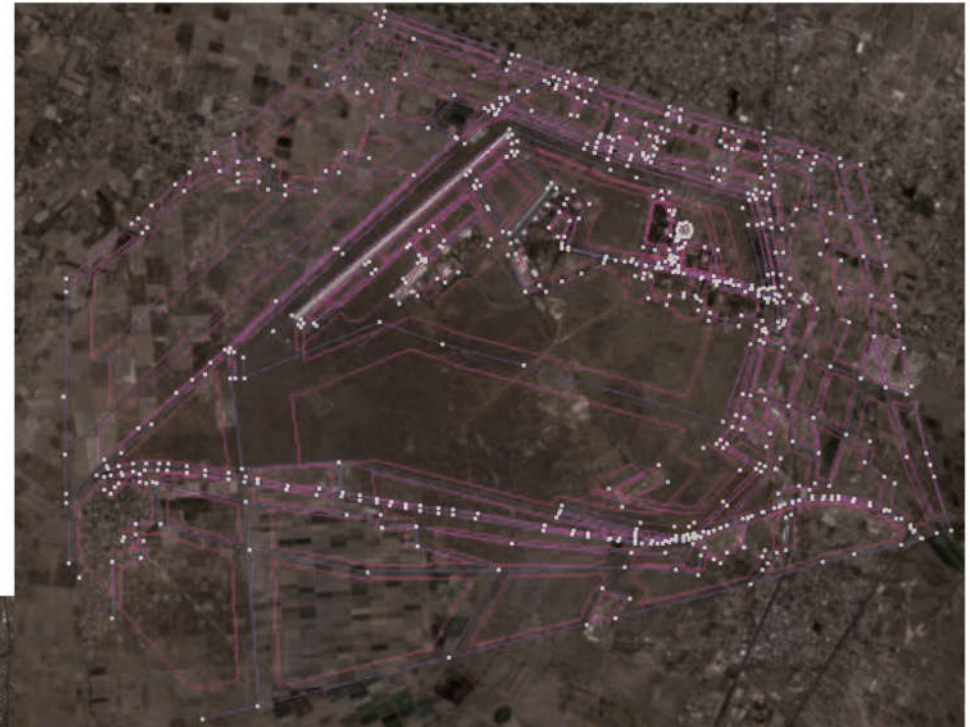
- Delimitación del área de estudio:
 - Norte: 0.8 km
 - Sur: 0.5 y 3 km
 - Este: 3 km
 - Oeste: 2 km
- Área 61.7 km²
- Modelo bidimensional código ASCII





IV.2 Geometría del modelo y mallado

- Geometría:
 - 691 puntos
 - 867 líneas
 - 182 superficies
- Consideraciones:
 - Estructuras urbanas
 - Uso de suelo (rugosidad)
 - Diferencia de tamaño
 - Variación de tamaño
- Malla
 - Estructurada
 - No estructurada



Geometría del modelo

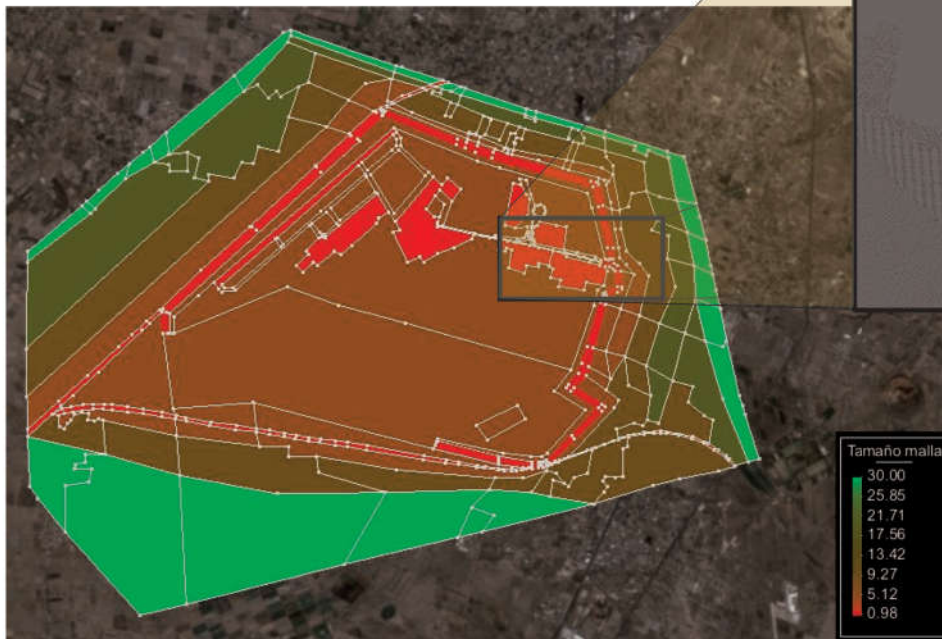


Tipo de malla en modelo



IV.2 Geometría del modelo y mallado

Tamaño de mallado



Tamaño de malla en modelo I



Acercamiento en acceso de malla en modelo I

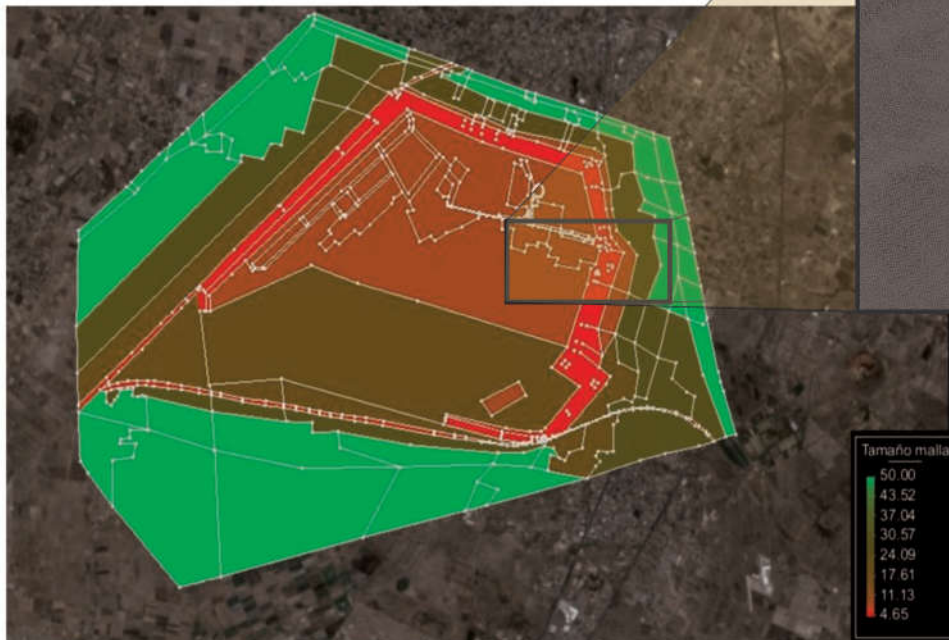
- Malla para modelo I
 - 9,178,219 elementos triangulares
 - 1,537,598 elementos cuadriláteros



Volver a contenido

IV.2 Geometría del modelo y mallado

Tamaño de mallado



Tamaño de malla en modelo II



Acercamiento en acceso de malla en modelo II

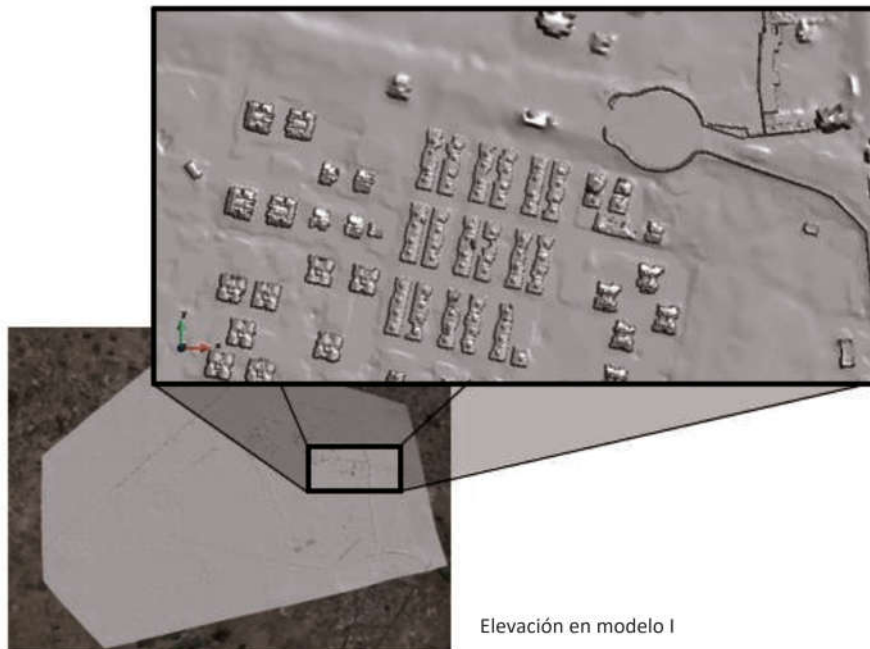
- Malla para modelo II
 - 780,313 elementos triangulares
 - 61,150 elementos cuadriláteros



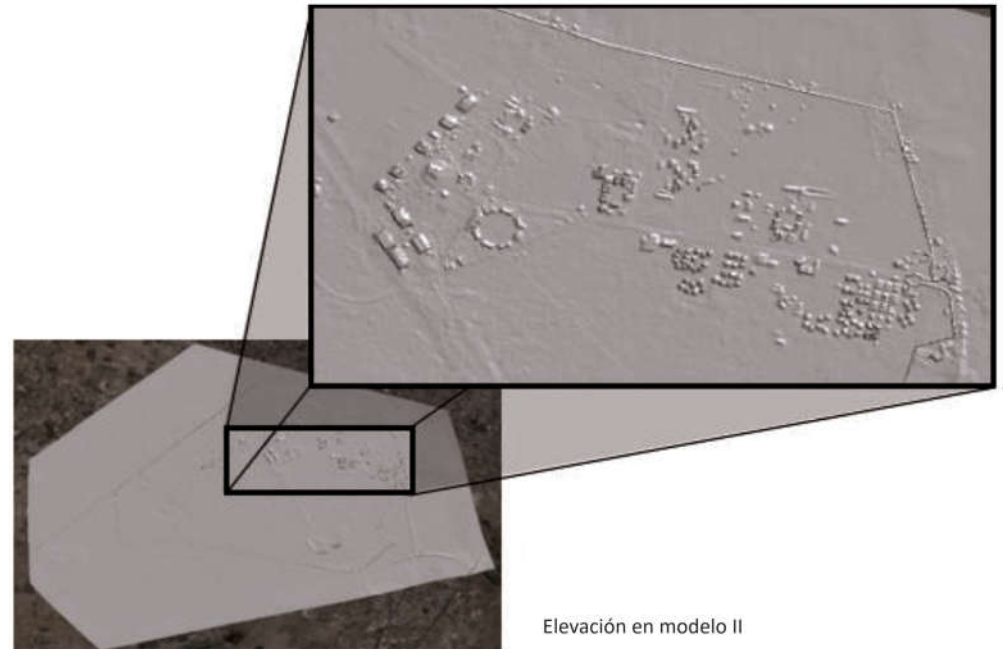
Volver a contenido

IV.2 Geometría del modelo y mallado

Asignación de elevación



- **Modelo I**



- **Modelo II**



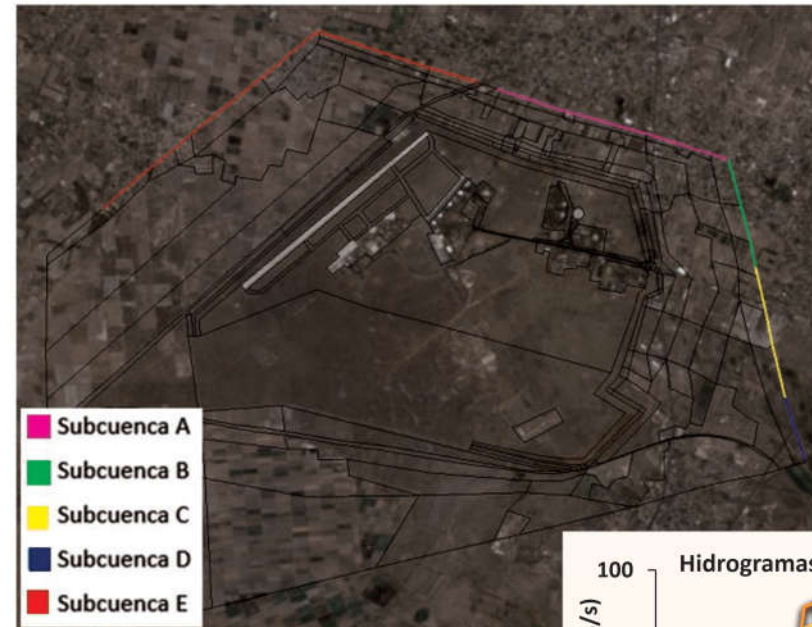
IV.3 Condiciones de contorno hidrodinámicas

Condiciones de contorno



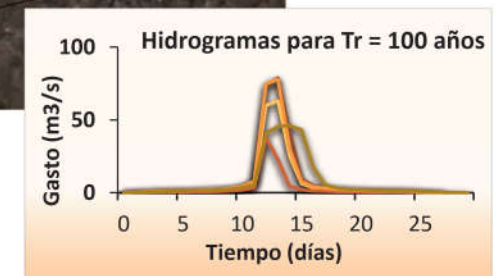
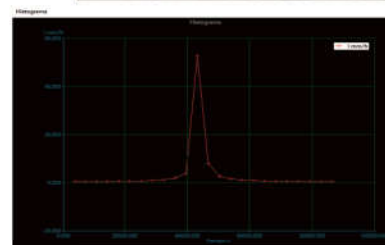
Salidas en modelos

- Salidas



Entradas en modelos

- Subcuenca A
- Subcuenca B
- Subcuenca C
- Subcuenca D
- Subcuenca E



- Entradas



Volver a contenido

IV.3 Condiciones de contorno hidrodinámicas

Condiciones de contorno internas



Identificación de condiciones de contorno

Puente clausurado



Base Aérea Militar No. 1 Santa Lucía rodeada por carreteras y vías férreas sin puentes



Volver a contenido

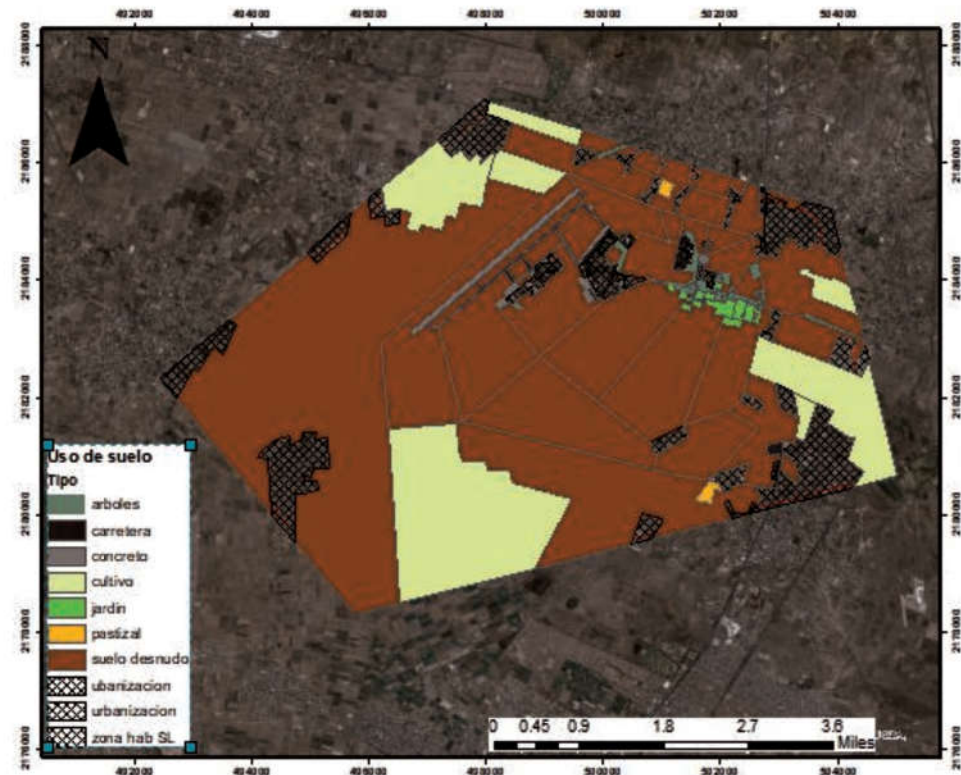
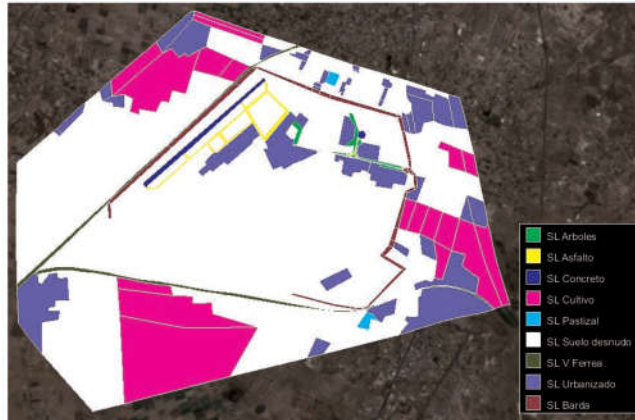
IV.3 Condiciones de contorno hidrodinámicas

Infraestructura que rodea la Base Aérea Militar No. 1 (Santa Lucía, Edo. Méx.)





IV.4 Rugosidad superficial



Tipo	n Manning	Descripción en tabla de referencia
Árboles	0.10	Sauces densos
Asfalto	0.014	Asfalto.
Barda	0.10	Estructura urbana.
Concreto	0.014	Concreto.
Cultivo	0.035	Zona de cultivo (valor normal).
Zonas urbanizadas	0.10	Edificaciones.
Jardín	0.030	Zonas de pasto corto.
Pastizal	0.035	Escasos arbustos y pasto abundante.
Suelo desnudo	0.025	Espacios con vegetación escasa.
Vía férrea	0.023	Grava (40mm)

Rugosidad utilizada en modelo



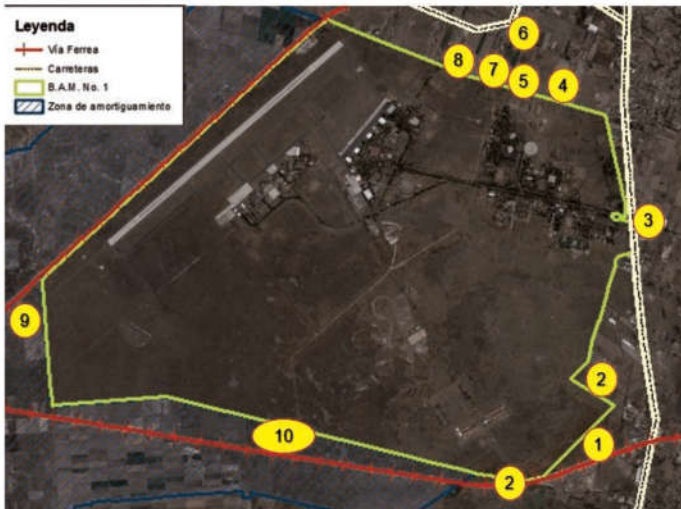
[Volver a contenido](#)

IV.5 Modelación hidráulica y calibración

CFL = 0.45 Lím. Seco-mojado: 0.001 m Tiempo simulación: 172,800 seg.

Datos para calibración

Mediante visita de campo y entrevistas se identificaron diversos puntos que pueden aportar información para la calibración del modelo.



Identificación en campo de puntos para calibración

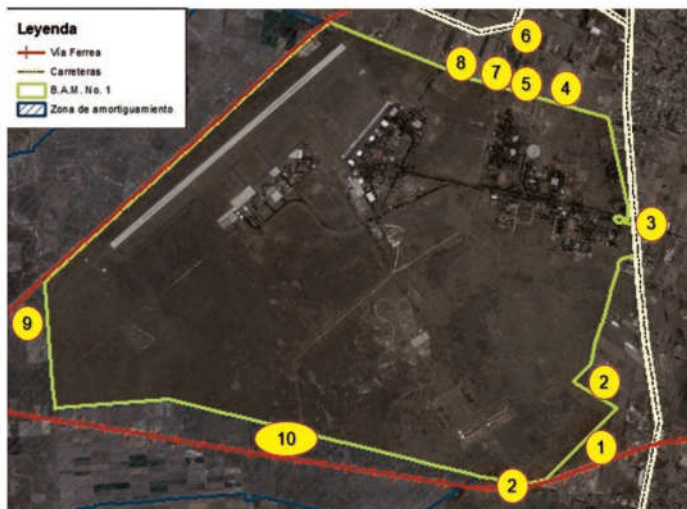


Volver a contenido

Datos para calibración



SEDENA
SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL



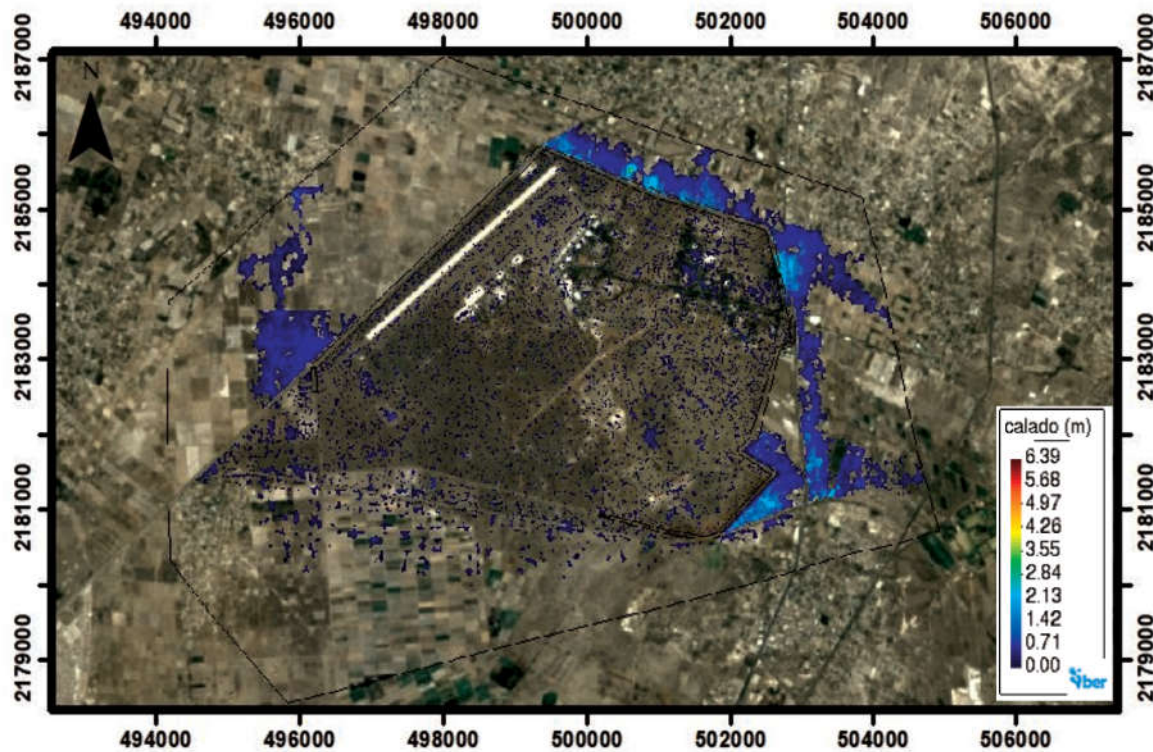
Identificación en campo de puntos para calibración



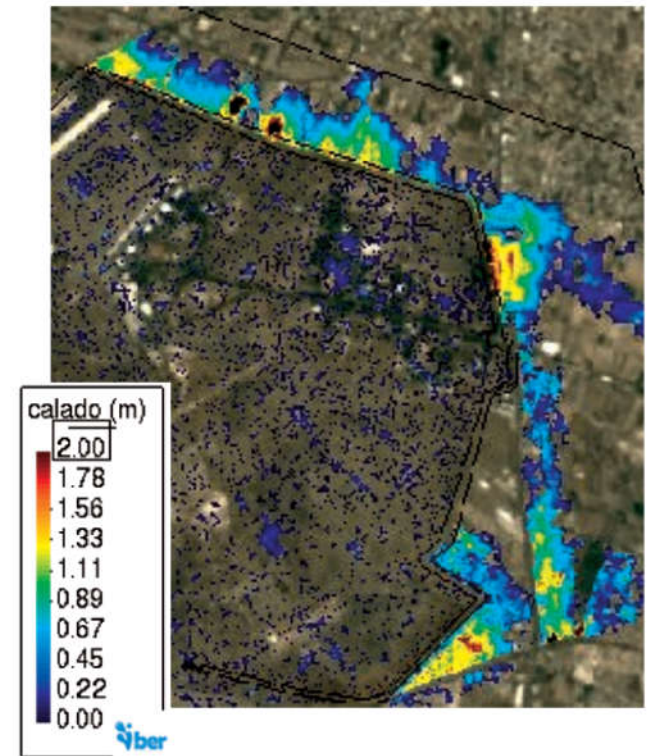
Volver a contenido

IV.5 Modelación hidráulica y calibración

Modelación para $T_r = 5$ años



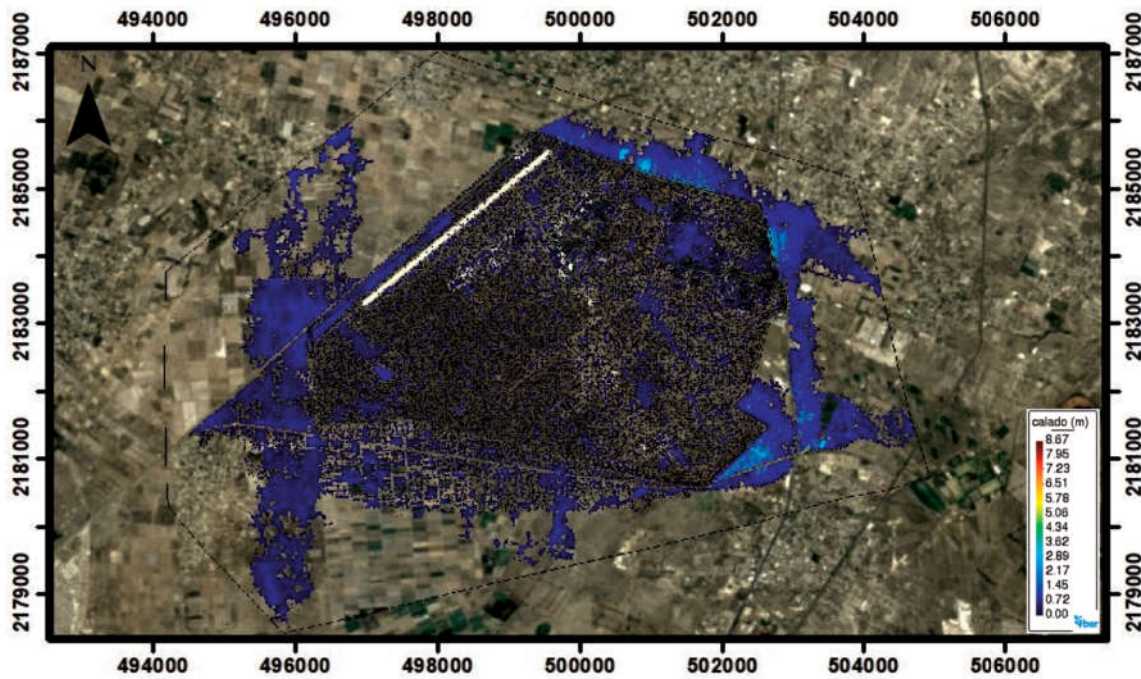
Resultados modelo II calibrado



Volver a contenido

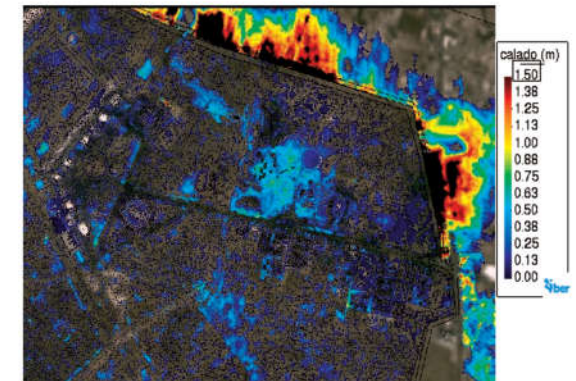
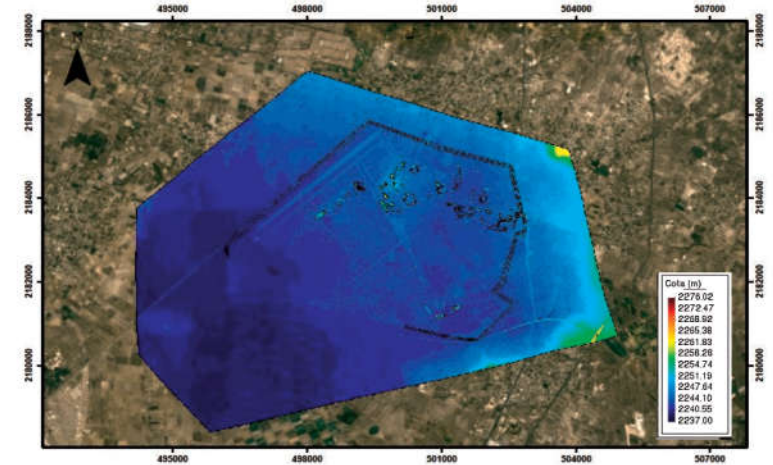
IV.5 Zonificado de tirantes

Modelación para $Tr = 100$ años



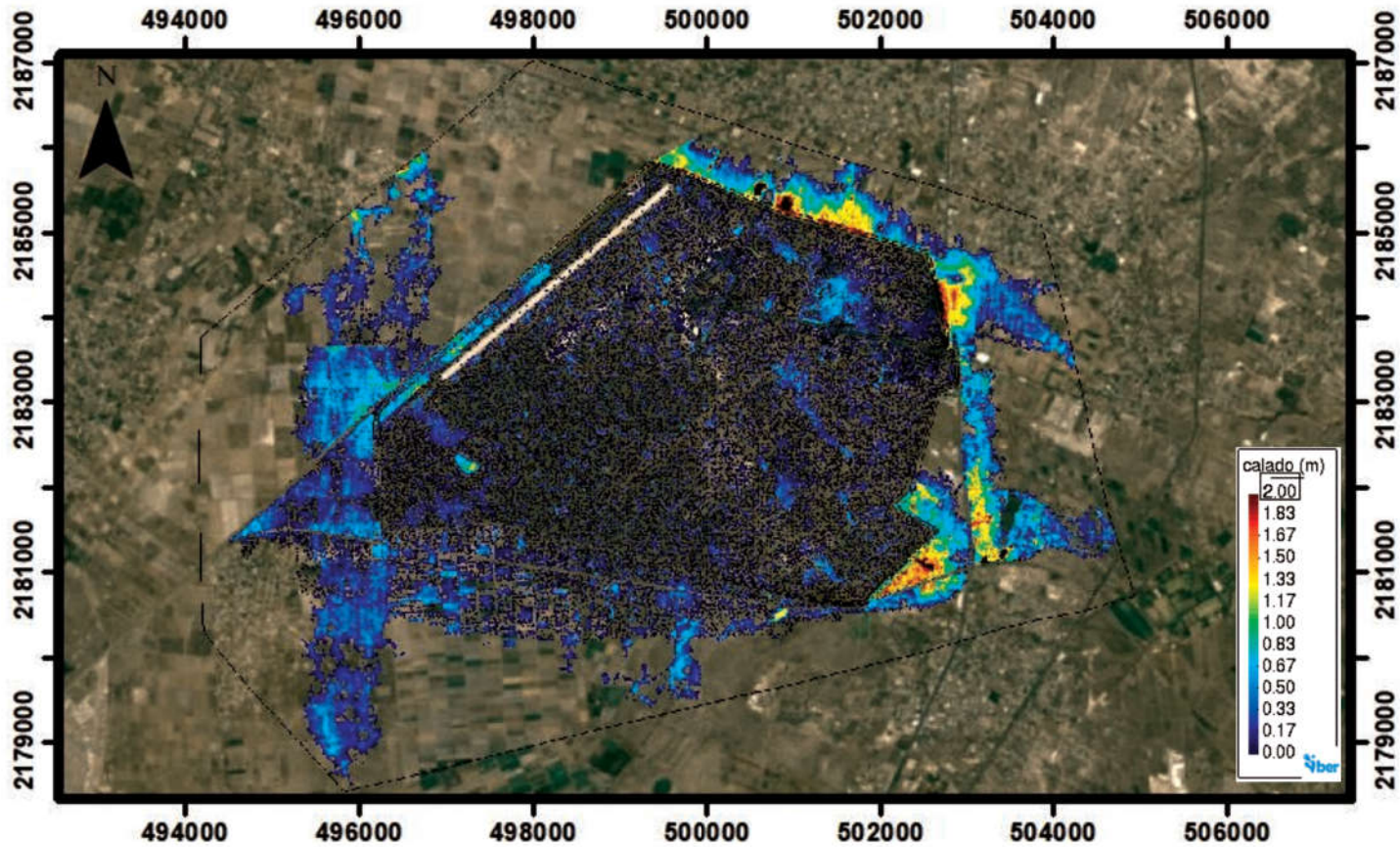
Resultados modelo I

Elevaciones de superficie



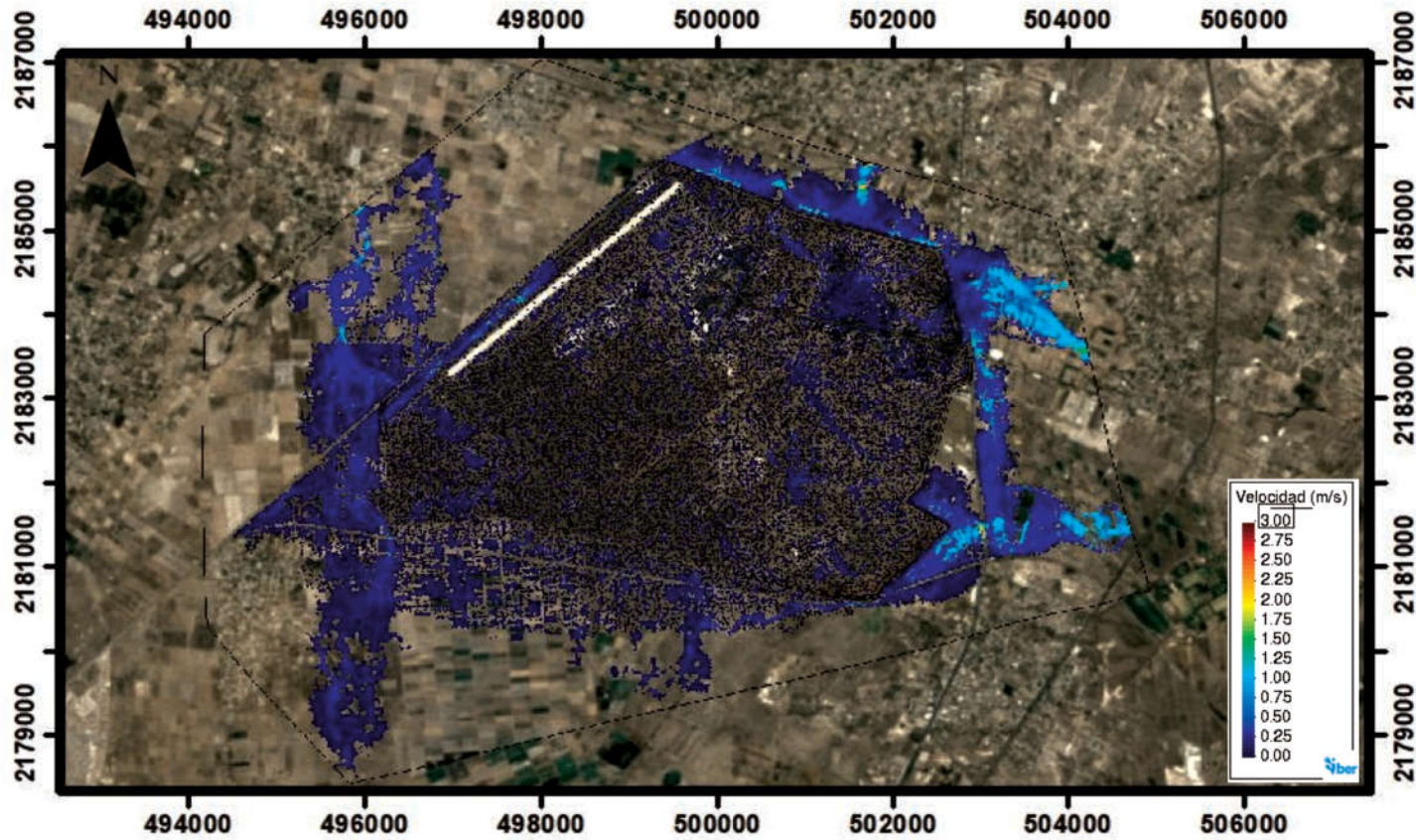
Volver a contenido

- Tirantes de agua obtenidos a partir del modelo I



Resultados modelo I (límite máximo 2 m)

- Velocidades obtenidas a partir del modelo I



Resultados modelo I (límite máximo 2 m)

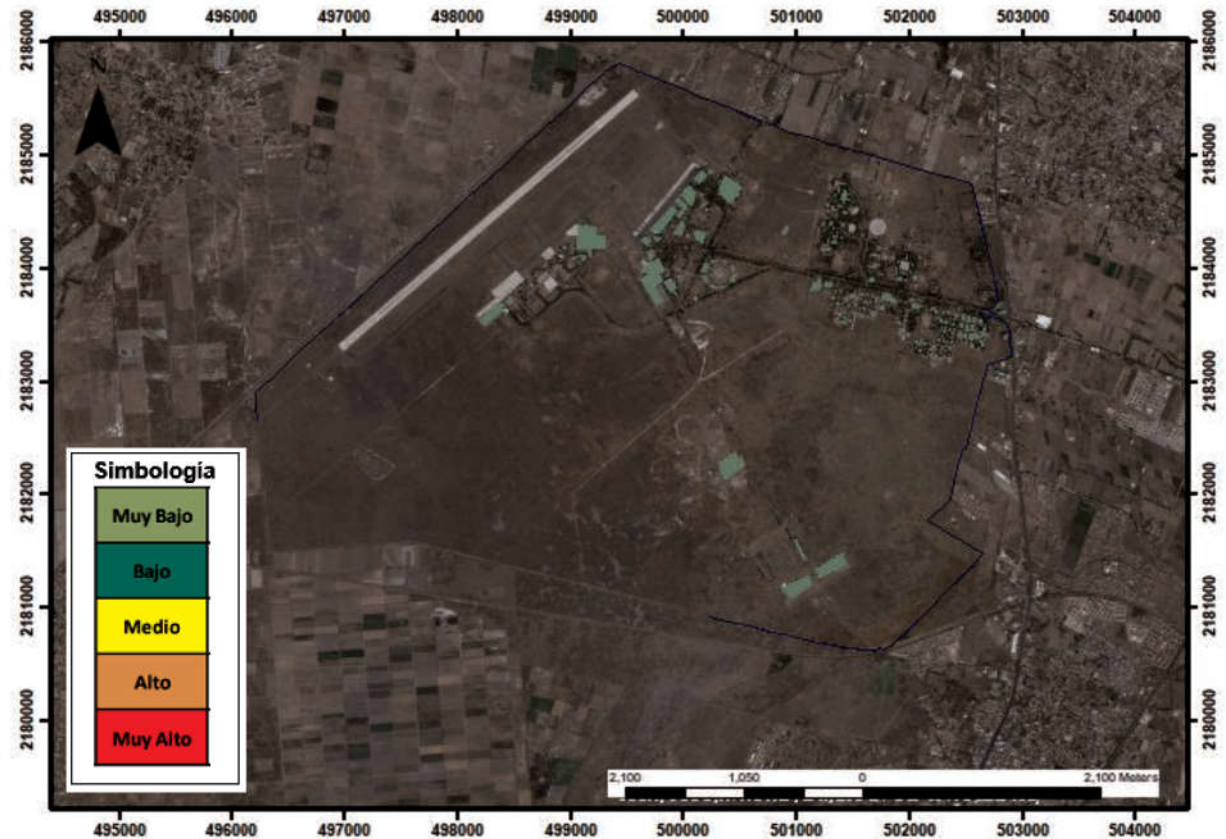
 [Volver a contenido](#)

IV.6 Mapas de Riesgo

- Vulnerabilidad

Niveles	Vulnerabilidad					
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Peligro	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio
	Bajo	bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

Nivel de vulnerabilidad	Intervalo
Muy bajo	0 – 0.2
Bajo	0.1 – 0.4
Medio	0.41 – 0.6
Alto	0.61 – 0.8
Muy alto	0.81 - 1



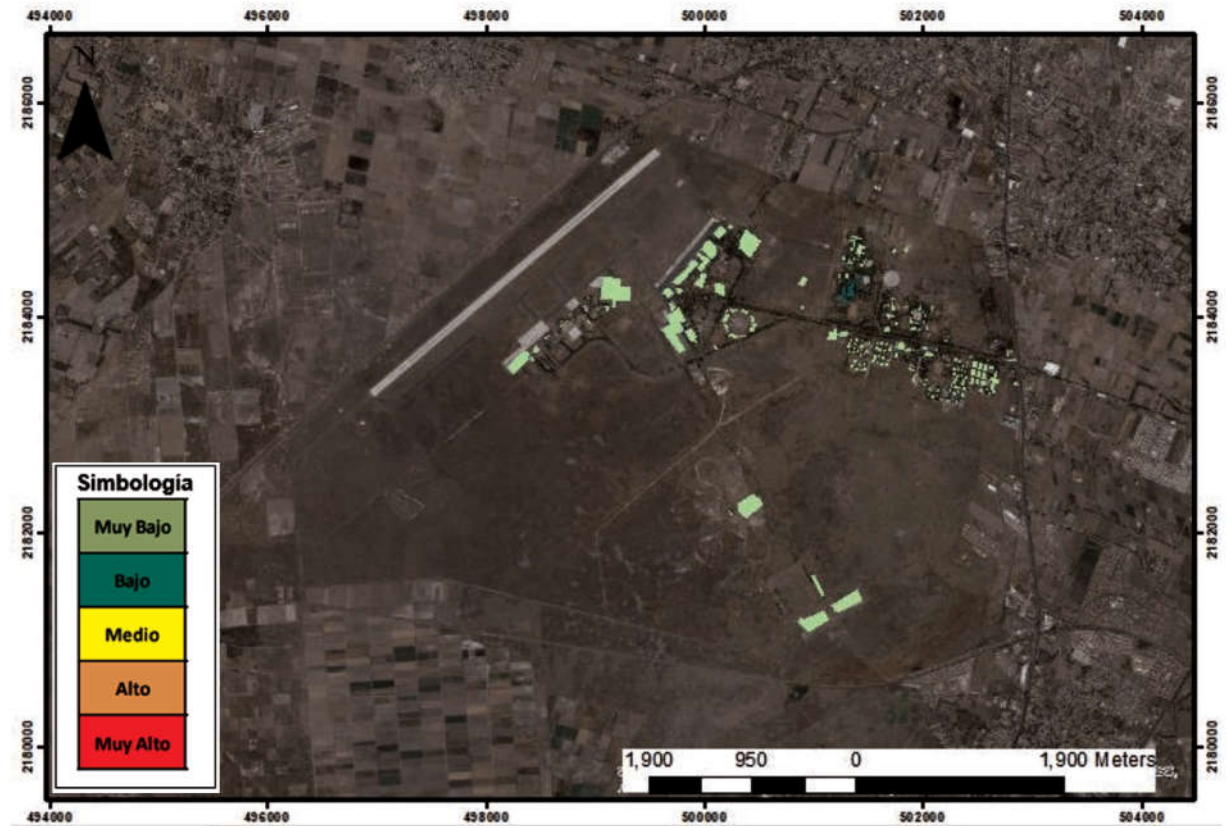
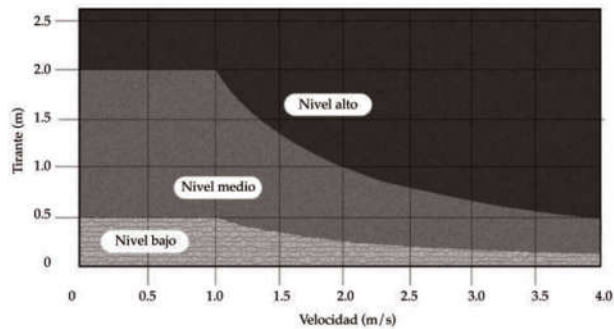
Vulnerabilidad por inundación



IV.6 Mapas de Riesgo

- Peligro

Niveles	Vulnerabilidad				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Peligro	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio
	Bajo	bajo	Bajo	Medio	Alto
	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto
	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto
	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Muy alto	Muy alto	Muy alto	alto	alto



Mapa de riesgo por inundación



Volver a contenido

Conclusiones



- El presente estudio fue realizado con base en la infraestructura existente y en la información topográfica levantada en campo por la SEDENA.
- Para la estimación de la lluvia, se consideró desde un entorno regional, mediante estudios realizados anteriormente para la Cuenca del Valle de México.
- Los gastos de diseño estimados para el modelo, con un Tr de 100 años, se obtuvieron mediante del hidrograma sintético trapezoidal.
- Los resultados bidimensionales del modelo hidráulico permiten obtener una distribución espacial de los tirantes de agua aceptables para las inundaciones presentadas según lo observado en campo.
- La Base Aérea Militar No. 1 Santa Lucía (B.A.M. No. 1), se encuentra rodeada por diversa infraestructura carretera y férrea que impide el paso del flujo de las cuencas ubicadas aguas arriba hacia ella.
- Se detectaron zonas críticas ubicadas hacia el norte, este y noreste del sitio de estudio, presentando inundaciones que se detienen por el muro perimetral que rodea la B.A.M. No. 1.
- Las inundaciones que se presentan dentro de la B.A.M. No. 1 se deben a la lluvia que cae dentro de su superficie y al poco drenaje que ésta contiene.
- Se detectó un problema grave de saneamiento de las localidades ubicadas hacia aguas arriba de la B.A.M. No. 1, las cuales descargan sus aguas negras en excavaciones realizadas a cielo abierto ubicadas cerca de la Borda perimetral de la B.A.M. No. 1, provocando contaminación ambiental, social y probablemente de agua subterránea.



Recomendaciones



- Se recomienda la clausura del acceso ubicado al norte de la Base Aérea Militar No. 1 (Santa Lucía, Edo. Méx.), ya que podría ser un punto crítico al ingresar escurrimiento de las cuencas ubicadas hacia aguas arriba, en caso de que los gastos logran cruzar las carreteras que obstruyen su paso.
- Se recomienda revisar el comportamiento hidrodinámico de los escurrimientos que se presentarían bajo las condiciones futuras de diseño, con las obras planificadas en la zona.
- Es importante revisar y/o rediseñar la barda perimetral ya que actualmente podría trabajar como bordo de contención si se presentara el paso de los escurrimientos analizados.
- A las autoridades municipales y locales de las comunidades que rodean la B.A.M. No. 1, se les recomienda identificar los sitios en los cuales se debería construir infraestructura hidráulica que permita el paso del flujo, para evitar posibles inundaciones en las localidades ubicadas hacia aguas arriba.
- Asimismo, se recomienda a las autoridades revisar las descargas de aguas negras y pluviales que actualmente se llevan a cabo directamente al subsuelo sin tratamiento alguno, a escasos metros de la barda perimetral de la B.A.M. No. 1, con el fin de evitar la contaminación del acuífero y demás problemas sociales, de salud y ambientales que se puedan provocar debido a dichas descargas.
- Se identifica que la zona de amortiguamiento podría funcionar como una zona en la cual se dirijan los escurrimientos de la superficie de la B.A.M. No. 1, sin embargo, de considerarse, habría que estimar su capacidad hidráulica ya que se encuentra delimitada hacia aguas abajo por las vías férreas, impidiendo el paso del flujo hacia el sur del sitio de análisis.

