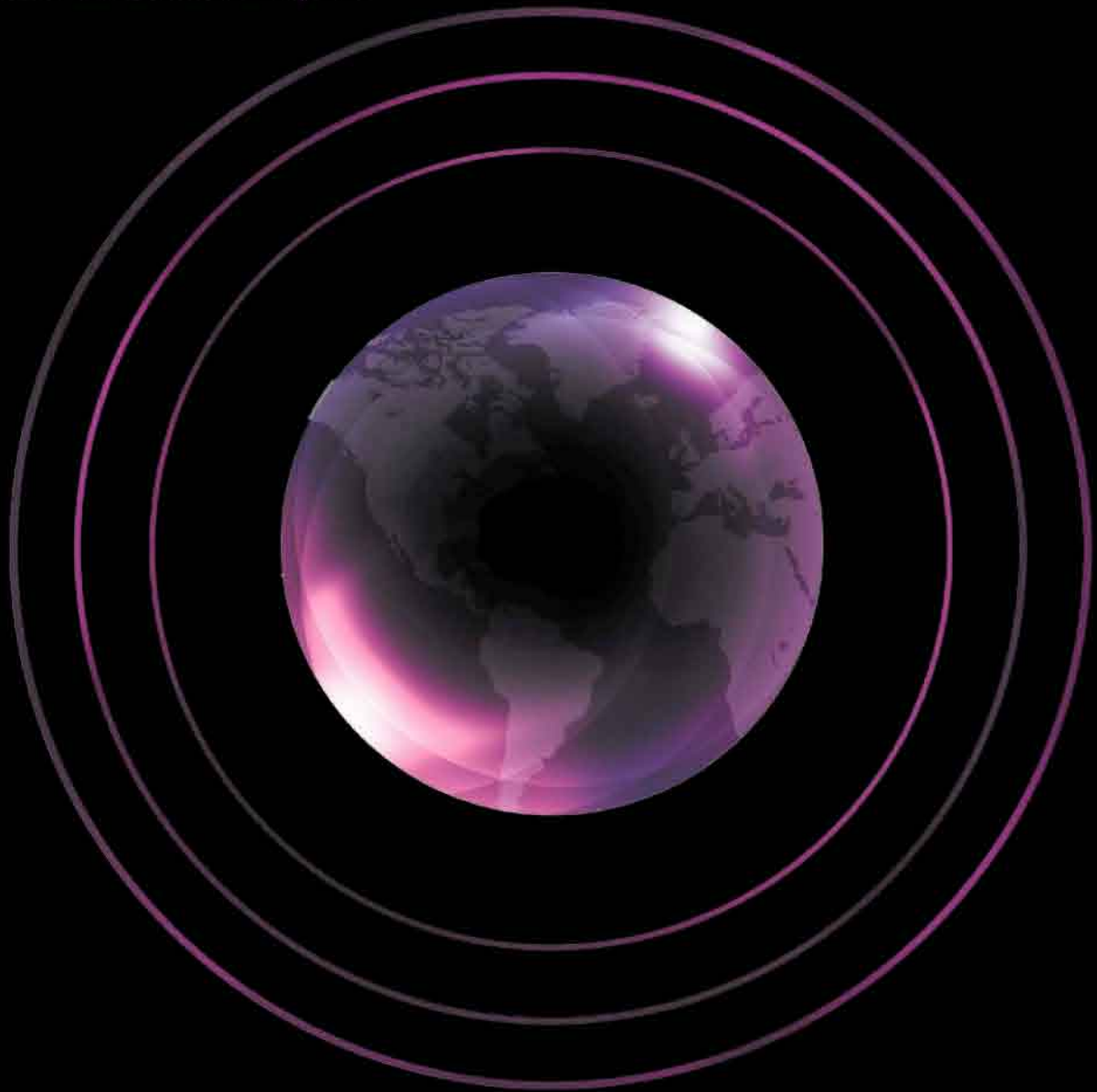


Monografías¹⁹

Instituto de Geofísica

Cálculo del escurrimiento superficial y sección hidráulica requerida en sitios urbanos susceptibles de inundación. Municipios de: Ostuacán, Francisco de León, Amatán, Chapultenango, Huitiupán, Ixhuatán, Sabanilla, Simojovel, Tapalpa y Tila, Chiapas.

Juan Carlos Mora Chaparro



Monografías¹⁹

Instituto de **Geofísica**

Cálculo del escurrimiento superficial y sección hidráulica requerida en sitios urbanos susceptibles de inundación.

*Municipios de: Ostuacán, Francisco León, Amatán,
Chapultenango, Huitiupán, Ixhuatán,
Sabanilla, Simojovel, Tapalpa y Tila, Chiapas.*

Juan Carlos Mora Chaparro

Universidad Nacional Autónoma de México
Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica
Coyoacán 04510, México D.F.
FAX: 55502486; Tel. 56224118 ext. 13

Ing. Sócrates Figueroa Miranda

Posgrado en Geociencias y
planificación del territorio
Instituto de Metalurgia, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dr. Víctor Manuel Hernández Madrigal

Departamento de Geología y Mineralogía
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas,
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo

Dr. Raúl González Herrera

Posgrado de Ciencias de la Tierra
Instituto de Geofísica (UNAM)



...



Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Geofísica

Unidad de Apoyo Editorial
Colección: *Monografías del Instituto de Geofísica*



Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Geofísica

*Cálculo del escurrimiento superficial y sección
hidráulica requerida en sitios urbanos susceptibles
de inundación. Municipios de: Ostucán, Francisco
León, Amatán, Chapultenango, Huitiupán, Ixhuatán,
Sabanilla, Simojovel, Tapalpa y Tila, Chiapas.*

Director

Arturo Iglesias Mendoza

Editor

Avto Gogichaisvili

Editora técnica

Andrea Rostan Robledo

Diseño de portada y formación

Vanesa Gómez Vivas

Cuidado de impresión

Freddy Godoy Olmedo

Contacto y gestión

Andrea Rostan Robledo

arostan@geofisica.unam.mx

Primera edición: 19, 2014 DR. ©
Universidad Nacional Autónoma de México.

Unidad de Apoyo Editorial

Instituto de Geofísica
Av. Universidad 3000 Universidad Nacional
Autónoma de México.
Col. Copilco-Universidad, Delegación Coyoacán,
C. P. 04360 México, D. F.
Circuito de la Investigación Científica S/N,
Ciudad Universitaria.
Teléfono: 01 (55) 56224115

ISBN 978-607-02-4992-1

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio, sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales. Se permite la reproducción total o parcial citando la fuente.

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

Introducción9

Localización9

Materiales.....11

Metodología12

Resultado del Análisis Hidrológico17

Municipio de Ostucán.....18

Municipio de Francisco León26

Amatán34

Chapultenango40

Huitiupán46

Ixhuatán48

Sabanilla52

Simojovel.....58

Tapalapa66

Tila.....70

Conclusiones y recomendaciones79

Bibliografía80

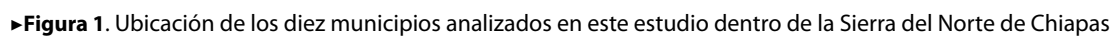
» Introducción

En el presente trabajo se identificaron las principales zonas susceptibles de inundación en los municipios de Ostucán, Francisco León, Amatán, Chapultenango, Huitiupán, Ixhuatán, Sabanilla, Simojovel, Tapalpa y Tila, Chiapas (Figura 1). Todos ellos localizados en la Sierra del Norte de Chiapas. La identificación de zonas susceptibles de inundación se logró mediante el cálculo del área hidráulica requerida para el desalojo del escurrimiento superficial, que incluye gasto líquido y sólido, en puntos urbanos y rurales próximos a ríos perennes. Es decir, sólo se consideró la susceptibilidad de inundación por desbordamiento de ríos. Queda fuera de este estudio el análisis de inundaciones por deficiencias en la red de drenaje urbano, reducción del área hidráulica por construcción de puentes y canales (“cuellos de botella”) e inundación de zonas urbanas situadas en depresiones topográficas. Esta excepción se debe a que la zona de estudio no cuenta con material cartográfico de gran detalle, por ejemplo, cartas topográficas a escala 1:5,000 y planimetría de tipo catastral.

En el presente trabajo se presenta el cálculo del área hidráulica requerida para el desalojo del gasto máximo de salida en 26 localidades próximas a los ríos: Amatán, Agua de Luna, Blanco, Blanca Rosa, Chicomoutic, Cuculho, Escalón, Magdalena, Maspac, Napac, Opac, Portugal, Sabanilla, San José, San Pedro, Supiac y Susnubac; los municipios con mayor número de localidades altamente susceptibles a ser afectados por inundaciones fluviales son Chapultenango, Simojovel y Tila.

Localización

El área de estudio está integrada por diez municipios ubicados en la Sierra del Norte del Chiapas, alineados de oeste a este de la siguiente manera: Ostucán, Francisco León, Chapultenango, Tapalapa, Ixhuatán, Amatán, Huitiupán, Simojovel, Sabanilla y Tila. La extensión total de estos municipios es de 3,231.4 km², que significa el 4.4% de la extensión total del estado. Debido a que el análisis hidrológico se basó en cuencas hidrográficas cuyos parteaguas no coinciden necesariamente con las fronteras políticas municipales, el área efectiva de análisis fue mayor que la extensión conjunta de los diez municipios.



» Materiales

Para la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

- I. Modelo Digital de Elevaciones con resolución de 30m, con coordenadas máximas y mínimas indicadas en la tabla 1, obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Éste se utilizó para el análisis hidrológico-espacial de las cuencas hidrográficas, con apoyo en herramientas de un Sistema de Información Geográfica (ArcView y ArcGis).

Coordenadas recuadro MDE	
Longitud Oeste	94°01'27.21"W
Latitud Norte	18°00'11.75"N
Longitud Este	91°32'14.66"W
Latitud Sur	16°42'55.04"N

► **Tabla 1.** Coordenadas geográficas correspondientes a los extremos máximos y mínimos del Modelos Digitales de Elevaciones.

- II. Imágenes de satélite de Google Earth, con fechas de febrero del 2003 y octubre del 2010, empleadas para la ubicación y trazado de poblaciones susceptibles a inundación, así como trazado y actualización de la trayectoria de cauces principales por cuenca hidrográfica.
- III. Datos vectoriales (capas en formato .shp) de uso y tipo de suelo, para la zona de análisis, necesarios en la determinación de coeficientes de escurrimiento por cuenca.
- IV. Mapas de isoyetas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años de la República Mexicana, tomados del CENAPRED, para la determinación de las alturas de precipitación para los distintos periodos de retorno.

» Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo corresponde a una modificación de la propuesta por el Cenapred para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones. Dicha metodología aplica la fórmula racional (modelo lluvia-escurrimiento) para obtener el gasto líquido máximo y la fórmula universal de pérdida de suelo para obtener el gasto sólido.

La fórmula racional es:

$$Q_p = 0.278 CiA$$

Donde:

Q_p es el gasto máximo o de pico, en m³/s.

C es el coeficiente de escurrimiento en función de la pendiente, uso de suelo y periodo de retorno de la cuenca es adimensional.

i es la intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en mm/h.

A es el área de la cuenca en km².

Para fines de este trabajo se realizaron adecuaciones para evaluar con mejor precisión las variables de la fórmula racional, de manera que se obtuvieran resultados más adecuados y razonables.

Para ello se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica y hojas de cálculo en Excel, tal como se describirá enseguida:

▷ **Coeficiente de escurrimiento (C).**

Para obtener este valor se consultó la tabla de coeficientes de escurrimiento propuesta por Chow, 1994 (ver tabla 2). Sin embargo, para obtener valores más precisos se siguió el siguiente procedimiento (ejemplo de una cuenca X):

- a. Se elaboró el mapa de uso de suelo.
- b. Con base en el MDE se obtuvo un mapa de pendientes.
- c. Se reclasificó el mapa de pendientes con base en los valores de la tabla de coeficientes de escurrimiento, se obtuvieron tres clases: de 0 a 2%, de 2 a 7% y mayores al 7%.
- d. Con los mapas anteriores se determinaron áreas de cuenca que, para cada uso de suelo, se encontraran dentro de las clases en que se dividieron el mapa de pendientes.

- e. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de esas áreas con respecto al área total.
- f. Se determinaron entonces coeficientes de escurrimiento parciales, función del porcentaje de área para cada uso de suelo y clasificación de pendiente.
- g. Por último se determinó un coeficiente de escurrimiento promedio para cada periodo de retorno considerado.

► **Tabla 2.** Coeficientes de escurrimiento propuestos por Ven Te Chow, 1994.

Características de la superficie		Periodos de retorno (años)						
		2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas								
	Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,9	0,95	1
	Concreto/techo	0,75	0,8	0,83	0,88	0,92	0,97	1
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)		Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)						
	plano, 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,4	0,44	0,47	0,58
	promedio, 2-7%	0,37	0,4	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
	pendiente, superior a 7%	0,4	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
		Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)						
	plano, 0-2%	0,25	0,28	0,3	0,34	0,37	0,41	0,53
	promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
	pendiente, superior a 7%	0,37	0,4	0,42	0,46	0,49	0,53	0,6
		Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)						
	plano, 0-2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
	promedio, 2-7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
	pendiente, superior a 7%	0,34	0,37	0,4	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas								
Área de cultivos								
	plano, 0-2%	0,31	0,34	0,36	0,4	0,43	0,47	0,57
	promedio, 2-7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,6
	pendiente, superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales								
	plano, 0-2%	0,25	0,28	0,3	0,34	0,37	0,41	0,53
	promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
	pendiente, superior a 7%	0,37	0,4	0,42	0,46	0,49	0,53	0,6
Bosques								
	plano, 0-2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
	promedio, 2-7%	0,31	0,34	0,36	0,4	0,43	0,47	0,56
	pendiente, superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración (i).

Para obtener, esta variable primero se calculó el tiempo de concentración de la cuenca, con la fórmula de la *Federal Aviation Administration (FAA)*.

La fórmula de la FAA es la siguiente:

$$t_c = \frac{1.8(1.1 - C) * L^{0.5}}{S^{0.333}}$$

Donde:

t_c es el tiempo de concentración, en minutos.

C es el coeficiente de escurrimiento, es adimensional.

L es la longitud del cauce principal, en pies.

S es la pendiente de la cuenca en porcentaje.

Después se determinó la altura de precipitación (hp) para el tiempo de concentración de la cuenca utilizando los mapas de isoyetas tomados del Cenapred. Dichos mapas muestran hp para duraciones de 1 y 24 horas para distintos periodos de retorno.

Con las alturas de precipitación de 1 y 24 horas y los logaritmos naturales de estas duraciones se obtuvo, por la siguiente fórmula (interpolación lineal), la altura de precipitación para un tiempo igual al tiempo de concentración.

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

Y por último la intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración se determinó con:

$$i = \frac{hp_{tc}}{t_c}$$

▷ **Área de la cuenca (A).**

Este valor fue determinado con ayuda del programa ArcView 3.2.

Para el cálculo del gasto sólido se utilizó la Fórmula Universal de Pérdida de Suelo (FUPS), dicha fórmula es la siguiente:

$$E=0.224 * R * K * LS * C * P$$

Donde:

E es el índice de erosión (kg/m^2) por evento (año, tormenta, etc.).

R es el índice de erosividad asociado con la lluvia en el sitio (adimensional).

K representa la erosionabilidad del suelo, o sea, el tipo de suelo en la cuenca (adimensional).

LS son dos factores que toman en cuenta la pendiente y longitud del cauce principal (adimensional).

C es un factor que toma en cuenta la cobertura vegetal de la cuenca (adimensional).

P es un factor que toma en cuenta las obras de protección contra erosión que existen en la zona (adimensional).

▷ Índice de erosividad (R).

Se obtuvo con la siguiente expresión (Cenapred, 2006):

$$R=0.00576i^2(1.213+0.865 \ln(i))$$

Donde:

i es la intensidad de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración.

▷ Índice de erosionabilidad del suelo (K).

Para la determinación de este factor se elaboró el mapa de tipo de suelo (textura), de acuerdo con la clasificación del INEGI (suelos A, B, C o D) para la cuenca de aportación. Después se calculó el porcentaje de área para cada tipo de suelo y, dependiendo del suelo predominante en la cuenca, se eligió el factor K de la siguiente tabla:

►Tabla 3. Valores del coeficiente K .

Tipo de suelo	Rango de variación de K
A	0.16-0.23
B	0.13-0.38
C	0.13-0.18
D	0.07-0.12

▷ Índice topográfico (LS).

Para su cálculo se utilizó la ecuación establecida por Wischmeyer y Smith, y modificada por la FAO (1977).

Donde:

l es la longitud del cauce principal en metros.

m es un factor que depende del valor de la pendiente.

Sp es la pendiente media del cauce principal en porcentaje.

Y m se selecciona con el siguiente criterio:

$$\begin{aligned} m &= 0.5, \text{ si } Sp \geq 5\% \\ m &= 0.4, \text{ si } 3\% \leq Sp \leq 5\% \\ m &= 0.3, \text{ si } 1\% \leq Sp \leq 3\% \\ m &= 0.2, \text{ si } Sp \leq 1\% \end{aligned}$$

▷ **Índice de cobertura vegetal (C).**

Para el conocimiento de la cobertura vegetal de la cuenca, se utilizaron mapas de uso de suelo de t, y se determinó el uso de suelo para cada cuenca. Después se calculó el porcentaje de la vegetación con respecto al área de la cuenca. Y el valor de C se obtuvo de la siguiente tabla:

► Tabla 4. Valores del factor C.

Cobertura Vegetal (%)	Factor C
Bosques bien definidos ($\geq 97\%$)	0,02
$80\% \leq \text{Cobertura vegetal} \leq 96\%$	0,2
$60\% \leq \text{Cobertura vegetal} \leq 79\%$	0,3
$40\% \leq \text{Cobertura vegetal} \leq 59\%$	0,4
$16\% \leq \text{Cobertura vegetal} \leq 39\%$	0,5
$5\% \leq \text{Cobertura vegetal} \leq 15\%$	0,6
Suelo desnudo $\leq 4\%$ de la cobertura vegetal	1

Donde cobertura vegetal se entiende que es entre pastizales, selva, arbustos, bosque y área agrícola.

▷ **Índice de protección contra erosión (P).**

Este factor se determinó con base en la observación de imágenes de satélite y la visita en campo. Se obtuvieron los valores de la siguiente tabla:

► Tabla 5. Valores del factor P.

Tipos de Obra de Control de Erosión	Factor P
Cuando más del 90% de las laderas de la cuenca tienen terrazas	0,1
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 61 y 90%	0,2
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 41 y 60%	0,3
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 21 y 40%	0,4
El área de las laderas que tiene terrazas está entre 6 y 20%	0,5
Reforestación de mas del 90% del área de la cuenca	0,2
$50\% < \text{reforestación} < 90\%$	0,3
$30\% < \text{reforestación} < 49\%$	0,4
$5\% < \text{reforestación} < 29\%$	0,5
Si existen presas de gaviones en las barrancas de la cuenca	0,3
Si existen desarenadores en las localidades a la salida de la cuenca	0,35
Si no existen obras de control de erosión en toda la cuenca	1

Una vez calculado el factor de erosión (E), el cual es un indicador de la concentración de sedimentos (Cs), que conducirá el cauce principal, se calculó la concentración de sedimentos. Para calcular Cs: si el valor de E es mayor que 30, entonces Cs será igual a 0.6, y si E es menor que 30, se sustituye en la siguiente ecuación:

$$C_s = 0.00063E^2$$

Una vez calculados la concentración de sedimentos y el gasto líquido se obtuvo el gasto total en el punto de interés (salida de la cuenca) con la siguiente fórmula:

$$Q_T = \frac{Q_p}{1 - C_s}$$

Por último se calculó el gasto sólido como:

$$Q_s = Q_T - Q_p$$

El gasto total en el punto de interés se define como la suma de los gastos líquido y sólido.

Para conocer el área hidráulica necesaria para que el gasto total calculado fluya y no exista desbordamiento, se utilizó la fórmula:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Donde:

Q es el gasto total, en m³/s.

v es la velocidad media del flujo, en m/s.

A es el área hidráulica requerida, en m².

Y la velocidad se determinó como:

$$v = \frac{L}{3600 * t_c}$$

Donde:

L es la longitud del cauce principal, en m.

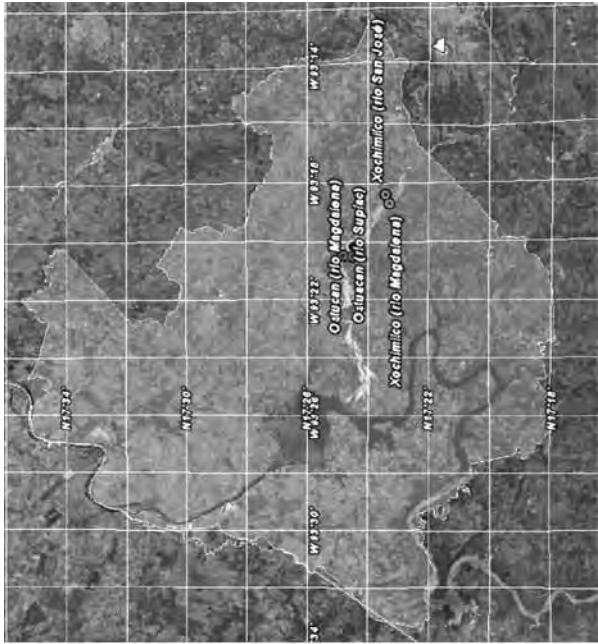
tc es el tiempo de concentración, en horas.

» Resultado del análisis hidrológico

3

A continuación se muestran los resultados obtenidos. Por cada municipio analizado se presenta una tabla que resume las características morfométricas de la cuenca hidrográfica respectiva, perfil longitudinal del cauce principal de esa misma cuenca, mapas altimétrico y de uso de suelo, así como hoja de cálculo del escurrimiento superficial y área hidráulica requerida.

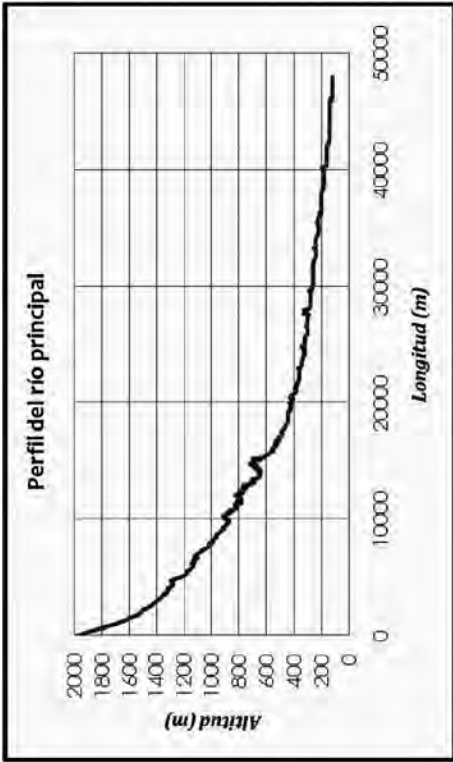
Municipio de Ostuacán



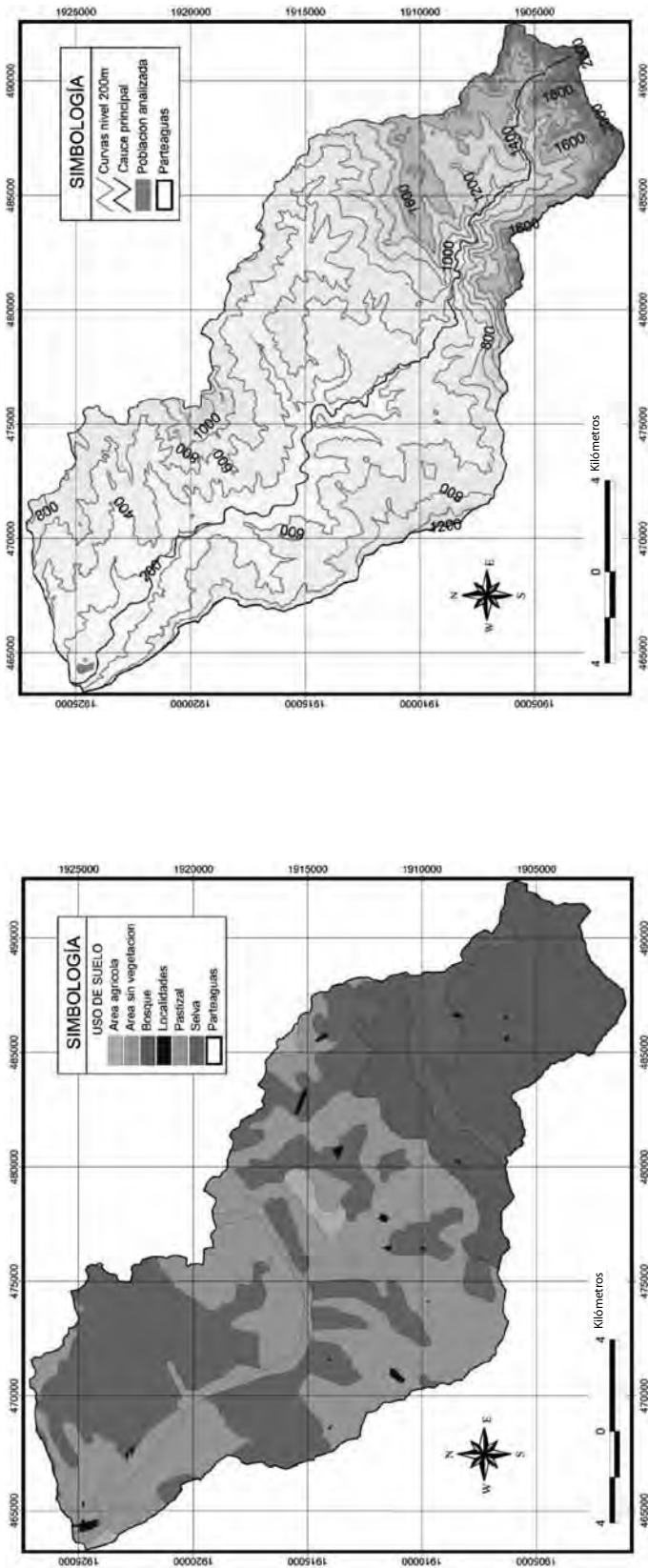
► **Figura 2.** Municipio de Ostuacán con los puntos (círculos rojos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial, Población: Ostuacán (17°24'28.00"N, 93°20'7.55"O). Cabecera municipal, afectada por dos ríos: Magdalena y Supiac. Escurrimiento del río Magdalena.

Tabla 6 . Morfometría de la cuenca del río Magdalena con ápice en la ciudad de Ostuacán.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	338,29
Perímetro (km):	101,15
Longitud cauce principal (km):	47,93
Ancho medio cuenca (km):	9,53
Pendiente media cuenca (%):	34,00
Elevación media (msnm):	745,93
Altitud mínima (msnm):	120,00
Altitud máxima (msnm):	2428,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2308,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,27
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,54
Coefficiente de masividad (Km):	2,20
Número de escurrimientos:	628,00
Longitud de escurrimientos (km):	421,37
Densidad de drenaje (km/km²):	1,25
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,86
Pendiente del cauce principal (%):	2,90
Sinuosidad del cauce principal:	1,37



► **Figura 3.** Perfil longitudinal del río Magdalena correspondiente a cuenca con ápice en Ostuacán.



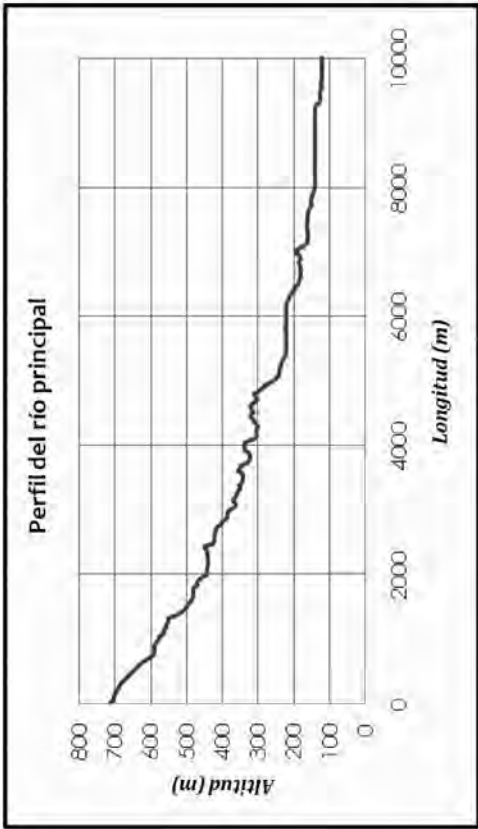
►Tabla 7. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Magdalena con ápice en Ostuaacán

Tr	1 h	24 h	t. con- cent	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adim.	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adim.	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	55	108	2.756	1.014	71.905	26.093	0.350	338.293	859.897	0.034	0.000	0.001	859.897	4.831	177.993
5	74	135	2.655	0.977	92.744	34.928	0.378	338.293	1240.788	0.063	0.000	0.003	1240.791	5.014	247.475
10	80	152.5	2.584	0.949	101.659	39.338	0.397	338.293	1468.983	0.082	0.000	0.006	1468.990	5.152	285.147
25	94	177.5	2.443	0.893	117.465	48.089	0.436	338.293	1969.917	0.126	0.000	0.020	1969.937	5.450	361.438
50	103	187.5	2.336	0.849	125.561	53.746	0.465	338.293	2348.068	0.160	0.000	0.038	2348.106	5.699	412.042
100	110	190	2.195	0.786	129.791	59.129	0.503	338.293	2796.790	0.196	0.000	0.068	2796.857	6.065	461.132
500	137.5	235	1.964	0.675	158.212	80.545	0.566	338.293	4285.181	0.379	0.000	0.388	4285.569	6.778	632.302

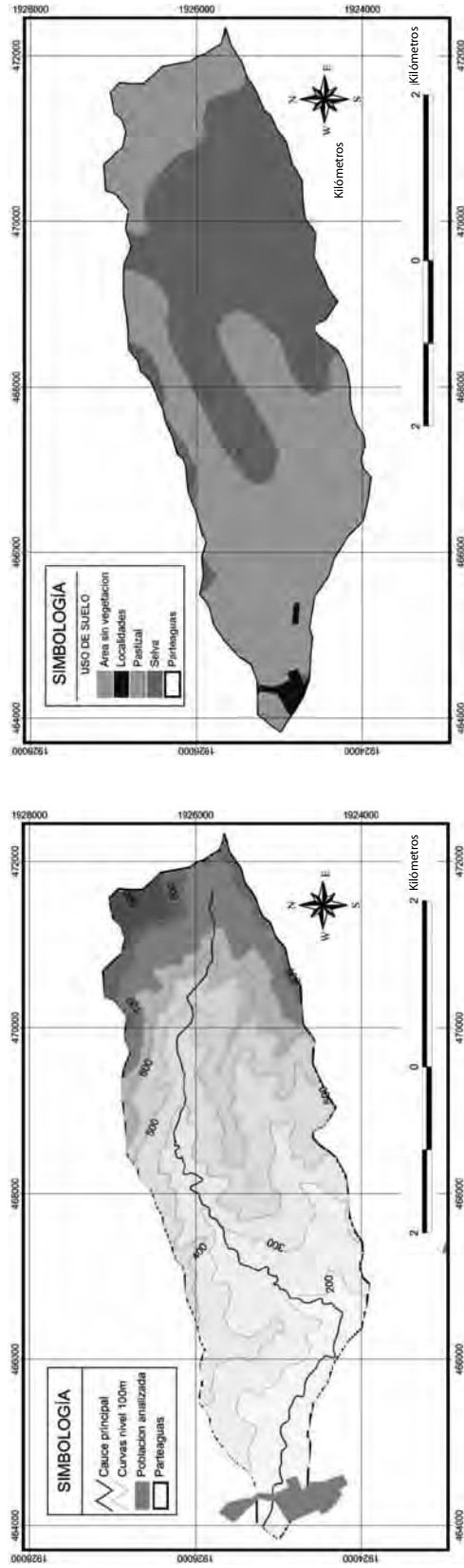
a) Escurrimiento del río Supiac

Tabla 8 . Morfometría de la cuenca del río Supiac con ápice en la ciudad de Ostuacán.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	14,81
Perímetro (km):	19,95
Longitud cauce principal (km):	10,41
Ancho medio cuenca (km):	1,84
Pendiente media cuenca (%):	29,00
Elevación media (msnm):	432,47
Altitud mínima (msnm):	120,00
Altitud máxima (msnm):	927,00
Desnivel altitudinal (msnm):	807,00
Coficiente de forma (Kf):	0,23
Coficiente de compacidad (Kc):	1,45
Coficiente de masividad (Km):	29,20
Número de escurrimientos:	17,00
Longitud de escurrimientos (km):	17,43
Densidad de drenaje (km/km²):	1,18
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,15
Pendiente del cauce principal (%):	5,40
Sinuosidad del cauce principal:	1,36



► **Figura 4 .** Perfil longitudinal del río Supiac correspondiente a cuenca con ápice en Ostuacán.



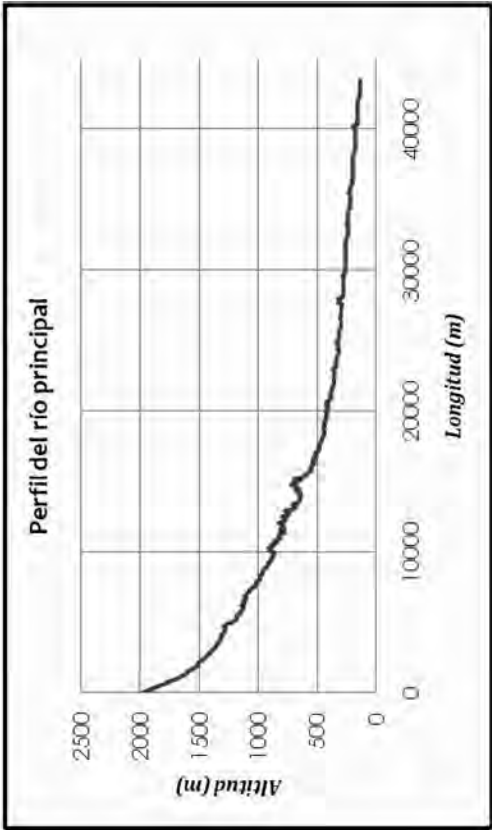
► **Tabla 9.** Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Supiac con ápice en Ostucán. Población Xochimilco (17°23'26.74"N, 93°18'20.62"O), localizado a 4 km al sureste de Ostucán. Afectado por los ríos Magdalena y San José

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimensional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	112	1.324075672	0.28071461	55.47640372	41.89821239	0.366983509	14.81098268	63.30976663	0.040371187	1.02679E-06	6.50062E-05	63.30983164	2.183294568	28.9973843
5	73	142	1.281670199	0.24816407	78.38798955	61.1608116	0.390459441	14.81098268	98.32814327	0.090759513	5.18949E-06	0.000510276	98.32865354	2.255531279	43.59445354
10	78	162	1.245360966	0.21942542	83.7996926	67.28948066	0.410560458	14.81098268	113.7504086	0.111306807	7.8052E-06	0.000887852	113.7512964	2.321292623	49.00342821
25	92	179	1.173289908	0.15981169	96.37488406	82.14072532	0.450459441	14.81098268	152.3501539	0.170363001	1.82848E-05	0.002785749	152.3529397	2.463881435	61.8345256
50	102	190	1.119008528	0.11244305	105.1135371	93.93452726	0.480509949	14.81098268	185.8473225	0.226757449	3.23939E-05	0.006020521	185.8533431	2.583400528	71.94135831
100	105	200	1.046841839	0.045777859	106.368415	101.6088688	0.520461875	14.81098268	217.7455101	0.268035355	4.52611E-05	0.009855839	217.755366	2.761493776	78.85419401
500	130	240	0.923890369	-0.079161863	127.2600197	137.7436371	0.588528571	14.81098268	333.785731	0.511889089	0.000165079	0.055110171	333.8408412	3.128993785	106.6927147

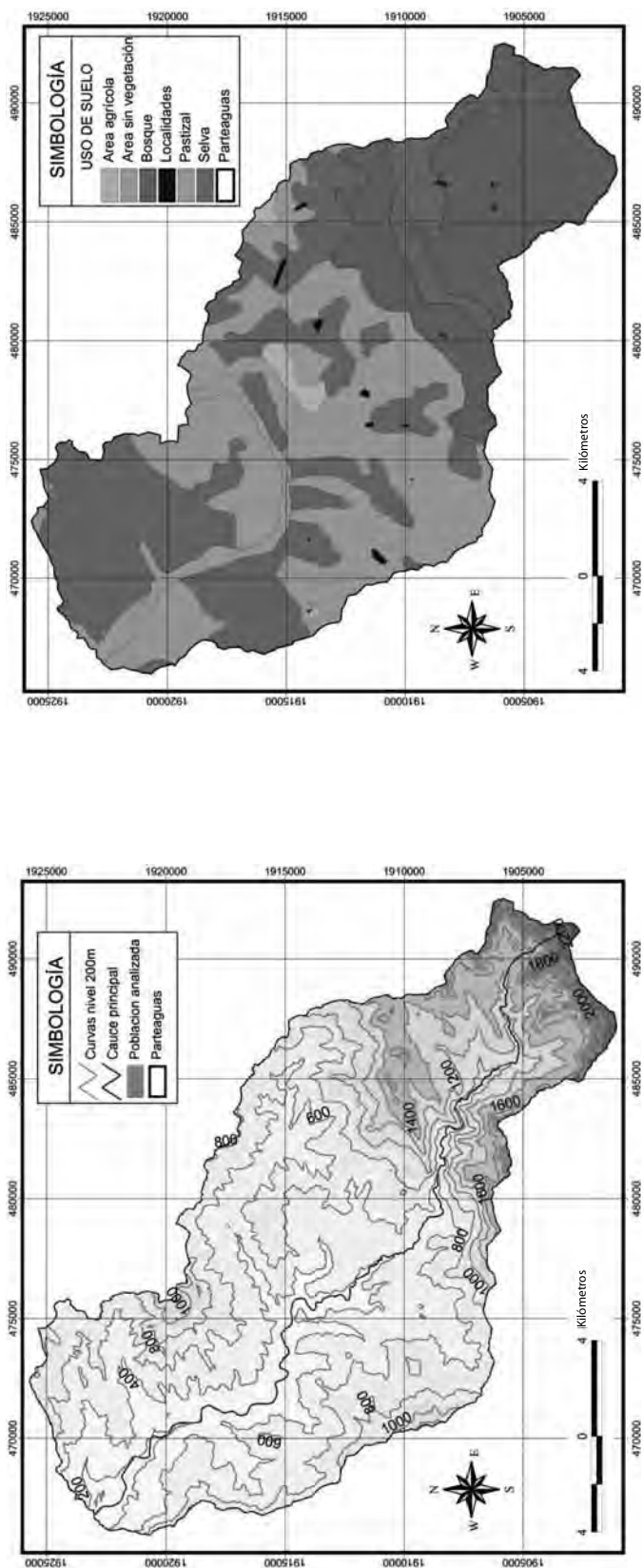
b) Escurrimiento del río Magdalena

► **Tabla 10.** Morfometría de la cuenca del río Magdalena con ápice en la ciudad de Xochimilco.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	314,54
Perímetro (km):	94,49
Longitud cauce principal (km):	43,42
Ancho medio cuenca (km):	9,92
Pendiente media cuenca (%):	34,00
Elevación media (msnm):	774,73
Altitud mínima (msnm):	140,00
Altitud máxima (msnm):	2428,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2288,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,31
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,49
Coefficiente de masividad (Km):	2,46
Número de escurrimientos:	593,00
Longitud de escurrimientos (km):	391,27
Densidad de drenaje (km/km²):	1,24
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,89
Pendiente del cauce principal (%):	3,25
Sinuosidad del cauce principal:	1,40



► **Figura 5.** Perfil longitudinal del río Magdalena correspondiente a cuenca con ápice en Xochimilco.



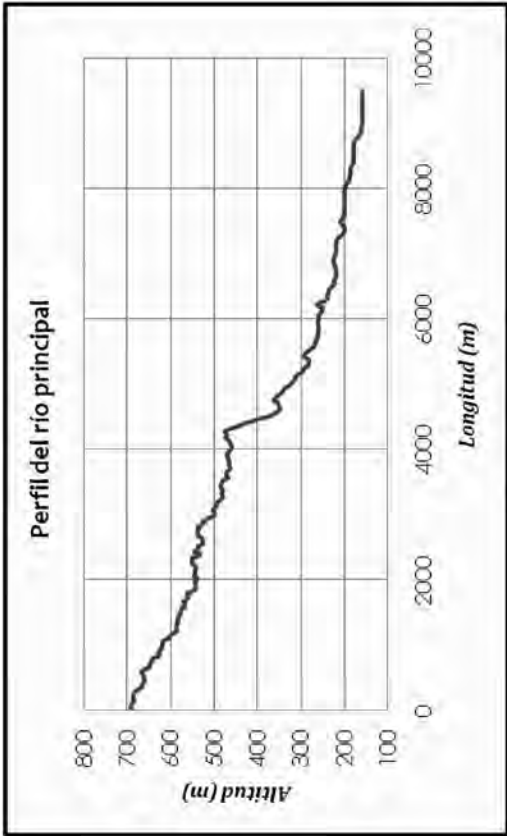
►Tabla 11. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Magdalena con ápice en Xochimilco.

Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	55	108	2.580418182	0.947951472	70.80886627	27.44084923	0.362552013	314.5380025	869.9329671	0.08743847	4.81666E-06	0.004190188	869.9371573	4.673714894	186.1339806
5	75	135	2.479367923	0.908003658	92.14263583	37.16376056	0.391430786	314.5380025	1272.01594	0.167919758	1.77641E-05	0.022596669	1272.038537	4.864198967	261.5103834
10	78	152.5	2.409218326	0.879302349	98.61262285	40.93137669	0.411478575	314.5380025	1472.724458	0.206604899	2.68919E-05	0.039605451	1472.764063	5.005830629	294.2097271
25	95	177.5	2.269420789	0.81952464	116.2742724	51.23521954	0.451430786	314.5380025	2022.449541	0.334327045	7.0418E-05	0.142426843	2022.591967	5.314192478	380.6019401
50	103	187.5	2.164292368	0.772093457	123.5288836	57.07587635	0.481475041	314.5380025	2402.94753	0.421227083	0.000111782	0.26863708	2403.216167	5.572324269	431.2771567
100	110	190	2.024865066	0.705503064	127.7593735	63.09525297	0.521321445	314.5380025	2876.207379	0.521945107	0.000171629	0.4983724808	2876.701104	5.956021017	482.9904219
500	137.5	235	1.796485285	0.585832136	155.4728338	86.54278169	0.586589241	314.5380025	4438.976685	1.024563184	0.00066133	2.937569922	4441.914255	6.713185458	661.6701241

c) Escurrimiento del río San José

Tabla 12. Morfometría de la cuenca del río San José con ápice en la ciudad de Xochimilco.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	18,59
Perímetro (km):	21,87
Longitud cauce principal (km):	9,47
Ancho medio cuenca (km):	2,20
Pendiente media cuenca (%):	31,00
Elevación media (msnm):	517,90
Altitud mínima (msnm):	160,00
Altitud máxima (msnm):	876,00
Desnivel altitudinal (msnm):	716,00
Coficiente de forma (Kf):	0,26
Coficiente de compacidad (Kc):	1,42
Coficiente de masividad (Km):	27,85
Número de escurrimientos:	37,00
Longitud de escurrimientos (km):	23,98
Densidad de drenaje (km/km²):	1,29
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,99
Pendiente del cauce principal (%):	6,16
Sinuosidad del cauce principal:	1,18



► Figura 6. Perfil longitudinal del río San José correspondiente a cuenca con ápice en Xochimilco.

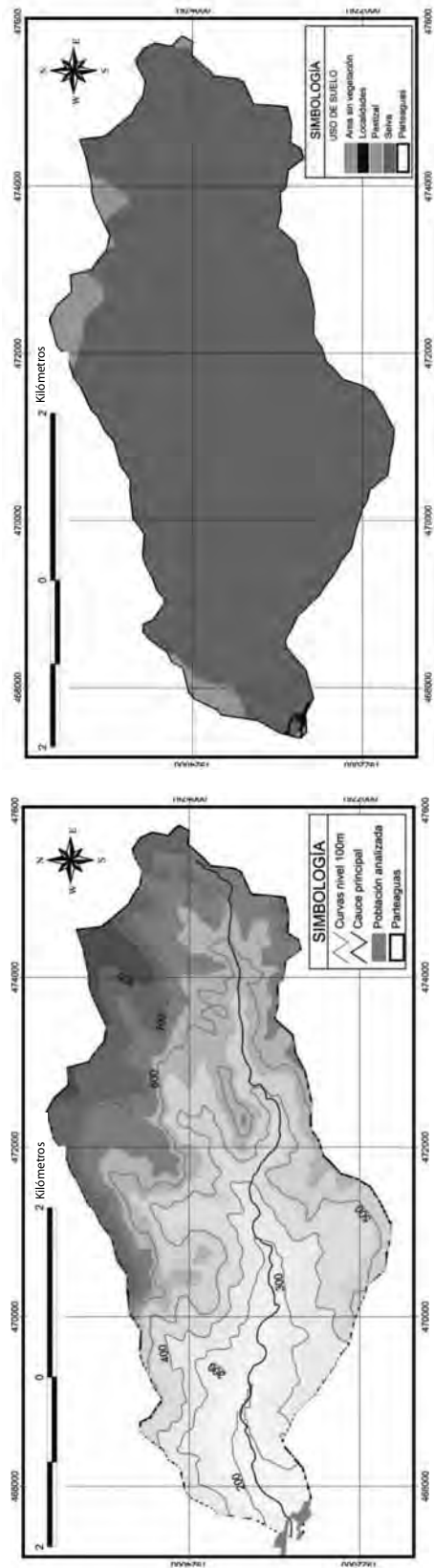


Tabla 13. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río San José con ápice en Xochimilco.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen- sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	52	113	1.266199177	0.236019639	56.53019324	44.64557732	0.34882899	18.59383898	80.50166731	0.052241413	1.71937E-06	0.000138413	80.50180572	2.078457888	38.73150675
5	72.5	145	1.201559447	0.183620253	76.68887439	63.82445293	0.387176425	18.59383898	127.734987	0.11226605	7.94031E-06	0.001014263	127.7360013	2.190271711	58.31970555
10	78	165	1.167632432	0.154978136	82.24256434	70.4353203	0.407303583	18.59383898	148.2936606	0.138574651	1.20978E-05	0.001794056	148.2954546	2.253912785	65.79467298
25	92	180	1.100421425	0.09569322	94.64973591	86.01226201	0.447176425	18.59383898	198.8168234	0.212228808	2.83759E-05	0.005641761	198.8224651	2.391576179	83.13448965
50	100	195	1.049645407	0.0484524	101.4483638	96.65012876	0.477299231	18.59383898	238.4553295	0.272086769	4.66397E-05	0.011121995	238.4664515	2.507267358	95.11010095
100	105	200	0.982239618	-0.01791999	104.4643266	106.3532	0.517287628	18.59383898	284.3783397	0.33354905	7.00906E-05	0.019933654	284.3982733	2.679327546	106.1453922
500	130	240	0.87813994	-0.129949313	125.5021453	142.918161	0.579044626	18.59383898	427.7729475	0.625132837	0.000246198	0.105342938	427.8782904	2.996950198	142.7712381

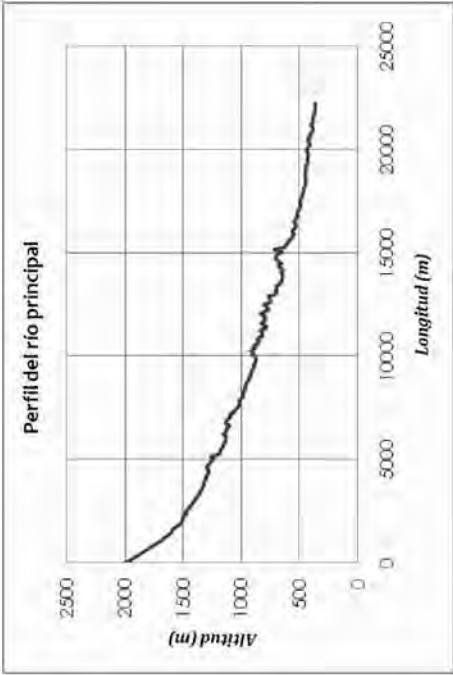
Municipio de Francisco León
Escurreimiento del río Magdalena



► **Figura 7.** Municipio de Francisco León con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial de lapoblación El Naranjo (17°17'18.15"N, 93°13'17.09"O)

Morfometría	Resultado
Área (km²):	84,04
Perímetro (km):	51,09
Longitud cauce principal (km):	22,28
Ancho medio cuenca (km):	5,02
Pendiente media cuenca (%):	44,50
Elevación media (msnm):	1270,86
Altitud mínima (msnm):	360,00
Altitud máxima (msnm):	2428,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2068,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,30
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,56
Coefficiente de masividad (Km):	15,12
Número de escurrimientos:	155,00
Longitud de escurrimientos (km):	97,08
Densidad de drenaje (km/km²):	1,16
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,84
Pendiente del cauce principal (%):	6,25
Sinuosidad del cauce principal:	1,31

♦ **Tabla 14.** Morfometría de la cuenca del río Magdalena con ápice en el poblado de Naranjo.



♦ **Tabla 8.** Perfil longitudinal del río Magdalena correspondiente a cuenca con ápice en Naranjo.

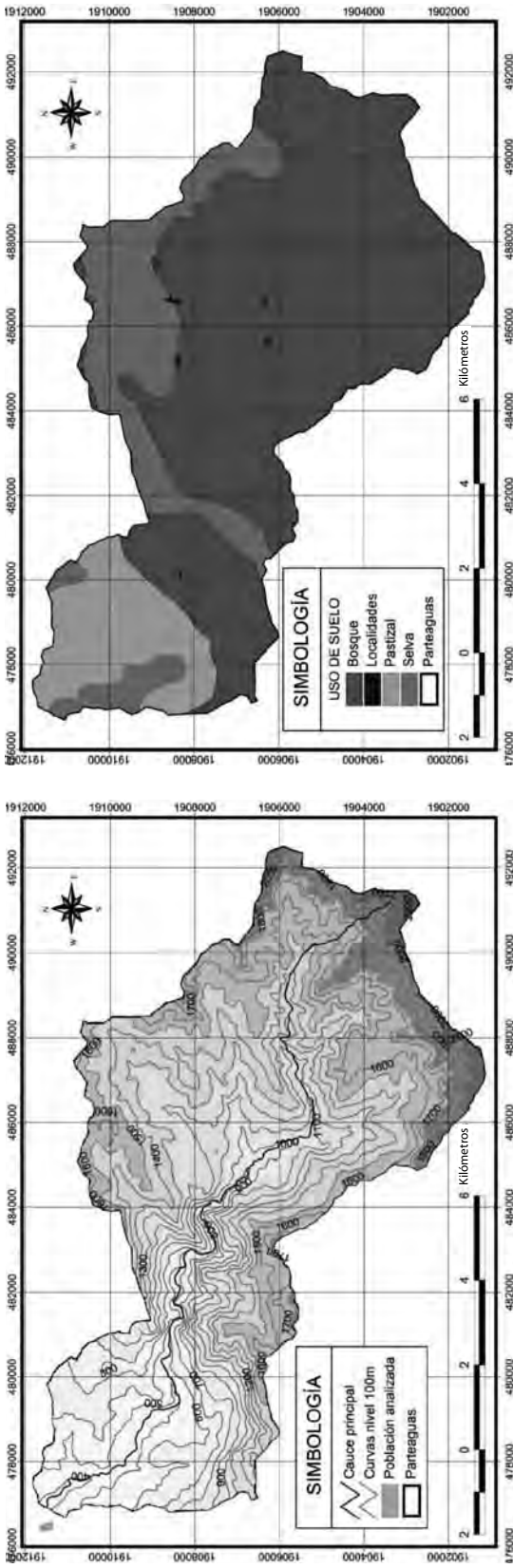


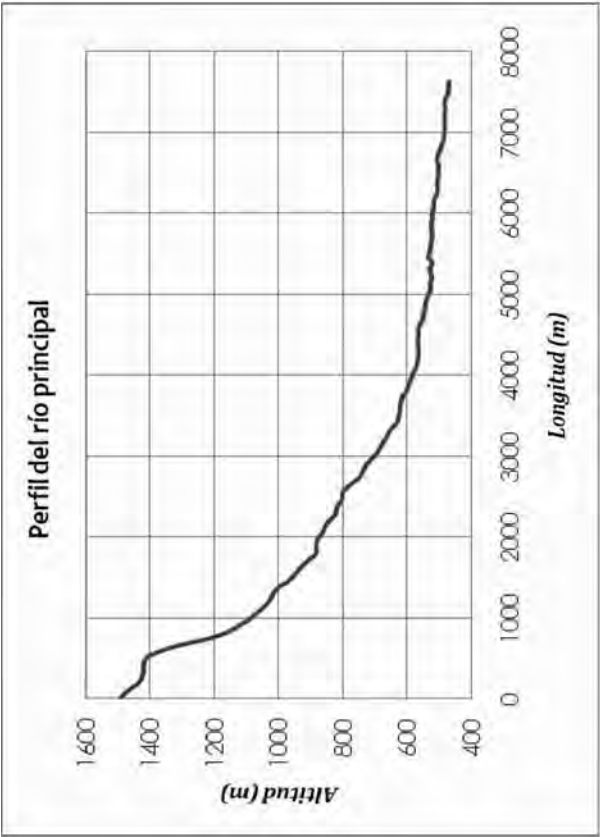
Tabla 15. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Magdalena con ápice en Naranjo. Población Vicente Guerrero (17°17'27.45"N, 93°12'31.74"O)

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	57.5	106	1.711242193	0.537219536	65.69846008	38.39226285	0.353364693	84.03825802	316.9485005	0.059071336	2.19834E-06	0.000696761	316.9491972	3.617196925	87.62287588
5	72	135	1.627855389	0.487263436	81.65924371	50.16369652	0.389747346	84.03825802	456.7668069	0.1048222525	6.92229E-06	0.003161894	456.7699688	3.802487643	120.1239851
10	78	155	1.581951028	0.458658913	89.11269292	56.33087963	0.409775965	84.03825802	539.2806679	0.134353707	1.13721E-05	0.006132812	539.2868007	3.912826562	137.8253782
25	96	168	1.49033908	0.399003664	105.0395775	70.48032149	0.449747346	84.03825802	740.5567137	0.216899511	2.96386E-05	0.021949715	740.5786634	4.153350122	178.3087487
50	107	187.5	1.421516802	0.351724472	115.9091694	81.539078	0.479775324	84.03825802	913.9565326	0.296027546	5.52084E-05	0.050460822	914.0069935	4.354433229	209.9026315
100	115	190	1.329868877	0.285080349	121.7277105	91.53361854	0.519762403	84.03825802	1111.494532	0.378766422	9.03823E-05	0.100468537	1111.595001	4.654519033	238.8205941
500	137.5	245	1.188125823	0.172377127	143.3307827	120.6360302	0.581606582	84.03825802	1639.185817	0.681633161	0.000292713	0.479951442	1639.665769	5.209801757	314.7270943

a) Esgurrimiento del río Suspac

Tabla 16. Morfometría de la cuenca del río Suspac con ápice en el poblado de Vicente Guerrero.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	10,48
Perímetro (km):	17,22
Longitud cauce principal (km):	7,63
Ancho medio cuenca (km):	1,62
Pendiente media cuenca (%):	31,10
Elevación media (msnm):	855,03
Altitud mínima (msnm):	467,00
Altitud máxima (msnm):	1631,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1164,00
Coficiente de forma (Kf):	0,25
Coficiente de compacidad (Kc):	1,49
Coficiente de masividad (Km):	81,56
Número de esgurrimientos:	17,00
Longitud de esgurrimientos (km):	15,68
Densidad de drenaje (km/km²):	1,50
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,62
Pendiente del cauce principal (%):	11,68
Sinuosidad del cauce principal:	1,31



► Figura 9. Perfil longitudinal del río Suspac correspondiente a cuenca con ápice en Vicente Guerrero.

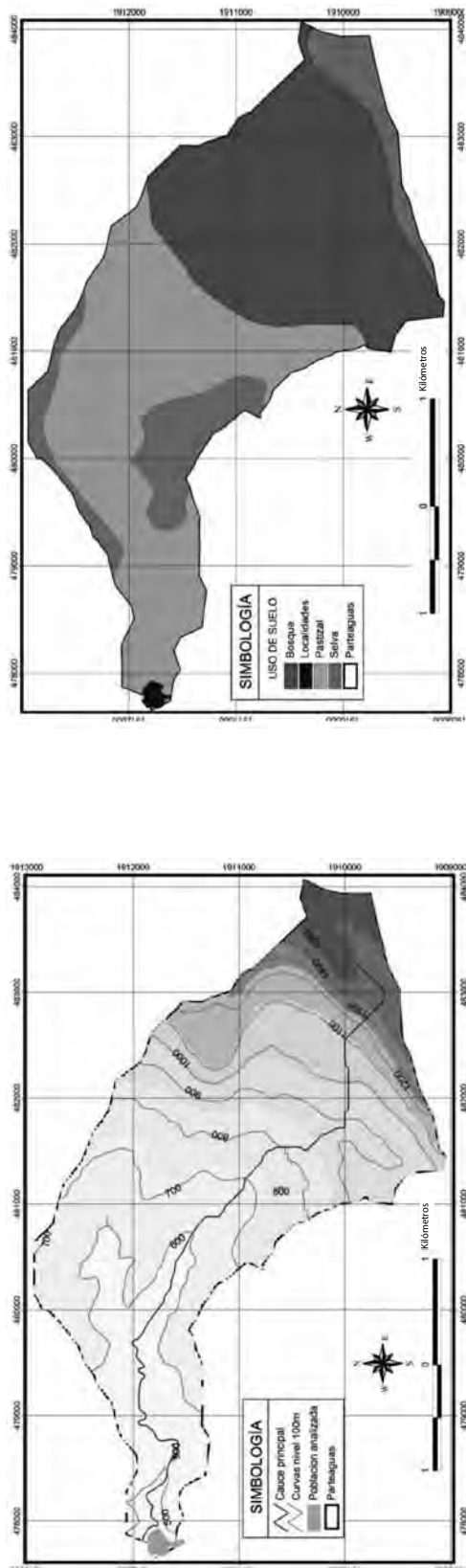


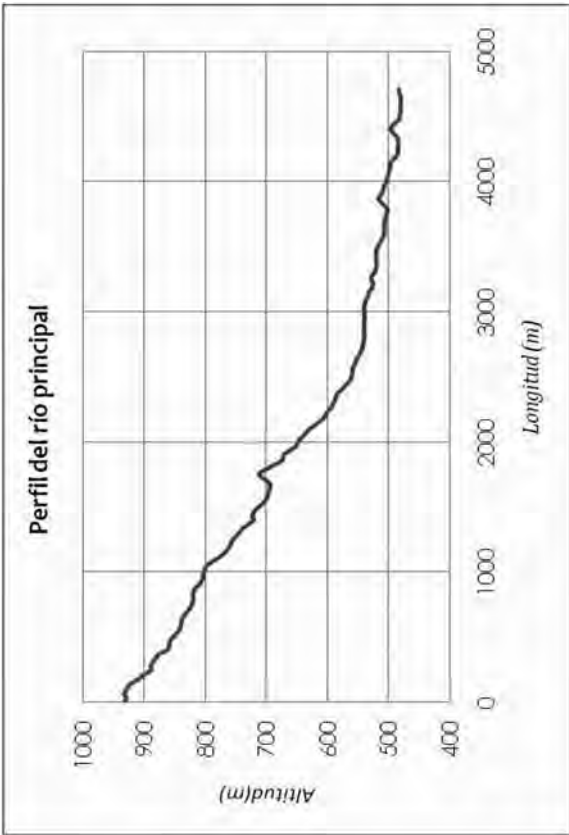
Tabla 17. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Suspac con ápice en Vicente Guerrero. Población San José Maspac (17°17'46.33"N, 93°18'40.00"O)

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hptc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	55	108	1.111795092	0.105975909	56.76734678	51.05918093	0.364136251	10.48366961	54.18709664	0.156797365	1.54888E-05	0.000839307	54.18793595	1.905804319	28.43310586
5	76.5	138	1.070562873	0.068184559	77.81947117	72.69023908	0.391426618	10.48366961	82.92482698	0.333666169	7.01399E-05	0.005816744	82.93064373	1.979205465	41.90097753
10	83	155	1.040234391	0.039446063	83.89366534	80.64880963	0.411500128	10.48366961	96.72217594	0.416477072	0.000109275	0.010570518	96.73274646	2.036910054	47.48994501
25	94	177	0.979910621	-0.020293914	93.46999171	95.38624204	0.451426618	10.48366961	125.4963295	0.595582411	0.000223473	0.028051259	125.5243808	2.162303217	58.05123897
50	105	187	0.934483762	-0.067761028	103.251633	110.4905587	0.48149329	10.48366961	155.0506284	0.814399067	0.000417845	0.064814193	155.1154426	2.267416486	68.41065308
100	112.5	190	0.87409542	-0.134565733	109.2184809	124.9502953	0.521462518	10.48366961	189.897176	1.057836436	0.000704981	0.133968402	190.0311444	2.424064741	78.39359286
500	137.5	240	0.775154624	-0.254692755	129.2855364	166.7867706	0.586948457	10.48366961	285.3117693	1.953137258	0.002403289	0.687338637	285.9991079	2.733472554	104.6284908

b) Escurrimiento río Maspac

Tabla 18. Morfometría de la cuenca del río Maspac con ápice en el poblado de San José Maspac.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	8,34
Perímetro (km):	13,24
Longitud cauce principal (km):	4,73
Ancho medio cuenca (km):	1,82
Pendiente media cuenca (%):	31,00
Elevación media (msnm):	754,33
Altitud mínima (msnm):	480,00
Altitud máxima (msnm):	1229,00
Desnivel altitudinal (msnm):	749,00
Coficiente de forma (Kf):	0,40
Coficiente de compacidad (Kc):	1,28
Coficiente de masividad (Km):	90,46
Número de escurrimientos:	19,00
Longitud de escurrimientos (km):	9,49
Densidad de drenaje (km/km²):	1,14
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,28
Pendiente del cauce principal (%):	10,07
Sinuosidad del cauce principal:	1,22



►Figura 10. Perfil longitudinal del río Maspac correspondiente a cuenca con ápice en San José Maspac.

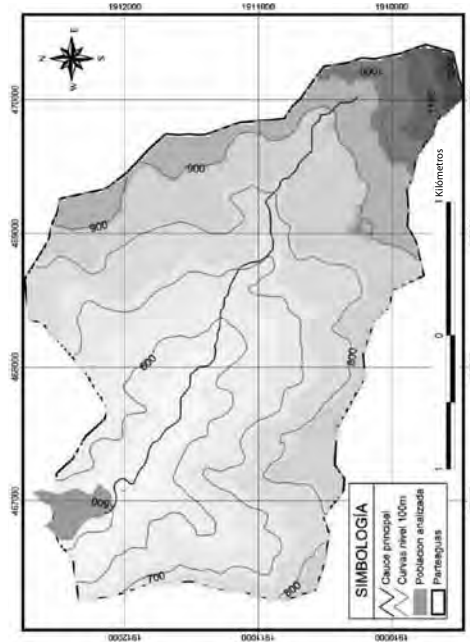


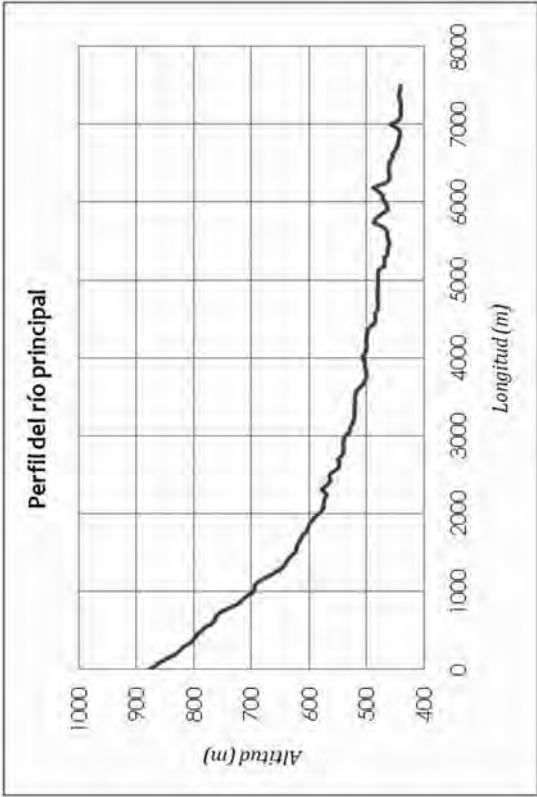
Tabla 19. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Maspac con ápice en San José Maspac. Población Carrizal (17°16'28.28"N, 93°13'17.75"O)

Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen- sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	51	98	0.865008624	-0.145015802	48.85537217	56.47963593	0.373683072	8.33851674	48.93478366	0.122103209	9.39279E-06	0.000459545	48.92524321	1.518745295	32.21425171
5	72	121	0.839589624	-0.174842049	69.30424314	82.54537831	0.395026501	8.33851674	75.58795483	0.274611685	4.75093E-05	0.003591301	75.59154613	1.564726076	48.30976316
10	78	138	0.815740954	-0.203658432	74.15503494	90.90512685	0.415051379	8.33851674	87.46289319	0.33730509	7.16781E-05	0.006269621	87.46916281	1.610471769	54.31275761
25	88	160	0.768132502	-0.263793032	82.02367004	106.7832305	0.455026501	8.33851674	112.6349958	0.475224317	0.000142278	0.016027766	112.6510236	1.710287971	65.86669936
50	102	172	0.7323756	-0.311461782	95.13972454	129.9056447	0.485050297	8.33851674	146.065752	0.720965703	0.000327469	0.047847627	146.1135996	1.793789659	81.45525809
100	106	178	0.684783894	-0.378651973	97.42149771	142.266047	0.525011357	8.33851674	173.1424521	0.874508908	0.000481802	0.083460673	173.2259128	1.91845601	90.29444087
500	125	220	0.605214901	-0.502171676	109.9888291	181.7351637	0.591822607	8.33851674	249.3240184	1.470209914	0.001361756	0.339981408	249.6639998	2.170679829	115.0165015

c) Escurrimiento del río Opac

Tabla 20. Morfometría de la cuenca del río Opac con ápice en el poblado del Carrizal.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	16,36
Perímetro (km):	19,86
Longitud cauce principal (km):	7,50
Ancho medio cuenca (km):	2,77
Pendiente media cuenca (%):	25,90
Elevación media (msnm):	675,54
Altitud mínima (msnm):	440,00
Altitud máxima (msnm):	1242,00
Desnivel altitudinal (msnm):	802,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,47
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,37
Coefficiente de masividad (Km):	41,28
Número de escurrimientos:	33,00
Longitud de escurrimientos (km):	20,56
Densidad de drenaje (km/km²):	1,26
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,02
Pendiente del cauce principal (%):	4,61
Sinuosidad del cauce principal:	1,35



► Figura 11. Perfil longitudinal del río Opac correspondiente a cuenca con ápice en Carrizal.

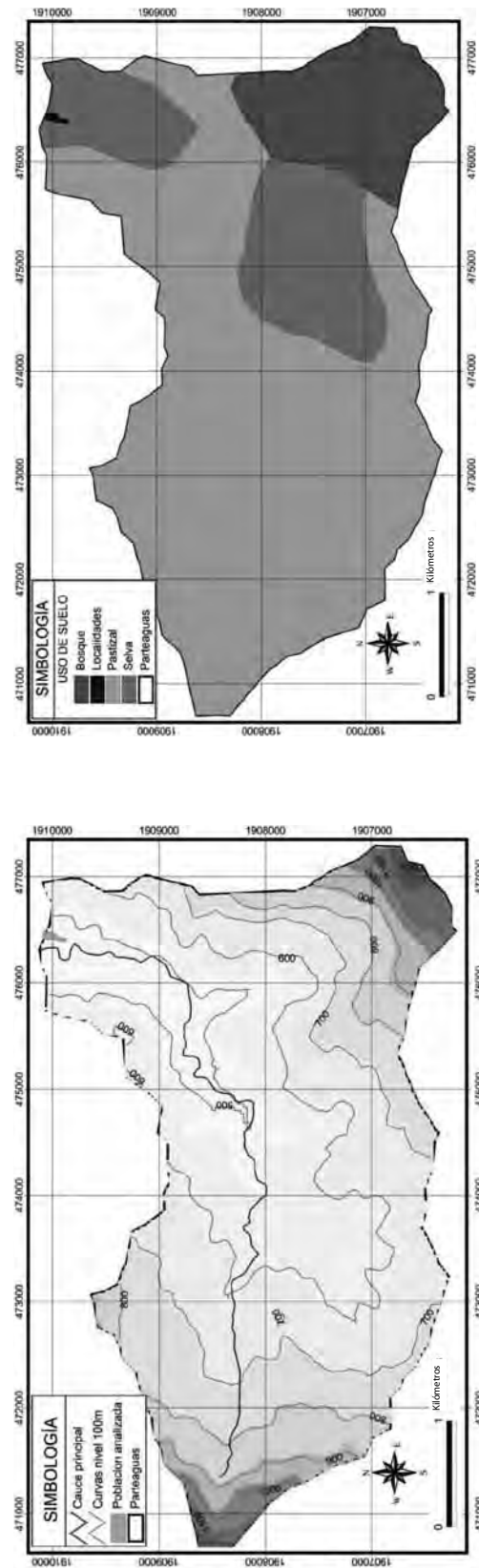
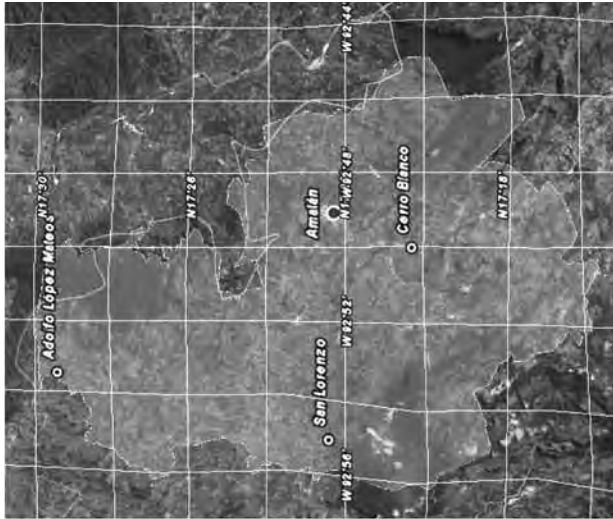


Tabla 21. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Opac con ápice en Carrizal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen- sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	52	100	1.156382005	0.145296169	54.19449276	46.8655622	0.373895883	16.36443526	79.71688722	0.020075272	2.539E-07	2.02402E-05	79.71690746	1.802316759	44.23024258
5	73	127	1.125544124	0.118266584	75.00953033	66.64290518	0.393259304	16.36443526	119.2281336	0.042639833	1.14544E-06	0.000136569	119.2282702	1.85169699	64.38865043
10	80	140	1.093638159	0.089509898	81.68990023	74.69554678	0.413293387	16.36443526	140.4426401	0.054399713	1.86438E-06	0.000261839	140.442902	1.905718679	73.69550582
25	90	163	1.029989067	0.029548188	90.67872283	88.03852948	0.453259304	16.36443526	181.5370717	0.077237325	3.75833E-06	0.000682279	181.537754	2.023484262	89.7154267
50	108	175	0.98215901	-0.018002059	107.6204791	109.5754129	0.483292287	16.36443526	240.9177501	0.123086577	9.54469E-06	0.002299508	240.9200496	2.122025707	113.5330495
100	110	178	0.918468771	-0.085047375	108.1802632	117.7832787	0.523284042	16.36443526	280.3928585	0.143528212	1.29782E-05	0.003639047	280.3964975	2.26917532	123.5675776
500	128	225	0.809276374	-0.211614796	121.5411304	150.1849484	0.591847067	16.36443526	404.3726068	0.24053007	3.64485E-05	0.0147393	404.3873461	2.575345994	157.022531

Amatán
Escurrimiento del río Blanco

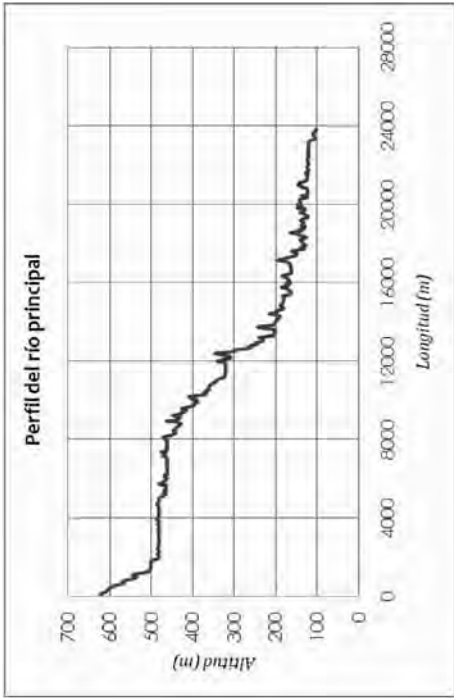


► **Figura 12.** Municipio de Amatán con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial Población Adolfo López Mateos (17°29'35.41"N, 92°53'28.32"O). Localizada a 15.68 km al NW de la cabecera municipal.

3.Resultado análisis hidrológico

Tabla 22. Morfometría de la cuenca del río Blanco con ápice en el poblado de Adolfo López Mateos.

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	78,96
Perímetro (km):	45.63
Longitud cauce principal (km):	23,84
Ancho medio cuenca (km):	6,15
Pendiente media cuenca (%):	32,70
Elevación media (msnm):	489,90
Altitud mínima (msnm):	101,00
Altitud máxima (msnm):	996,00
Desnivel altitudinal (msnm):	895,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,48
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,44
Coefficiente de masividad (Km):	6,20
Número de escurrimientos:	157,00
Longitud de escurrimientos (km):	104,48
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,32
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	1,99
Pendiente del cauce principal (%):	2,21
Sinuosidad del cauce principal:	1,93



► **Figura 13.** Perfil longitudinal del río Blanco correspondiente a cuenca con ápice en Adolfo López Mateos.

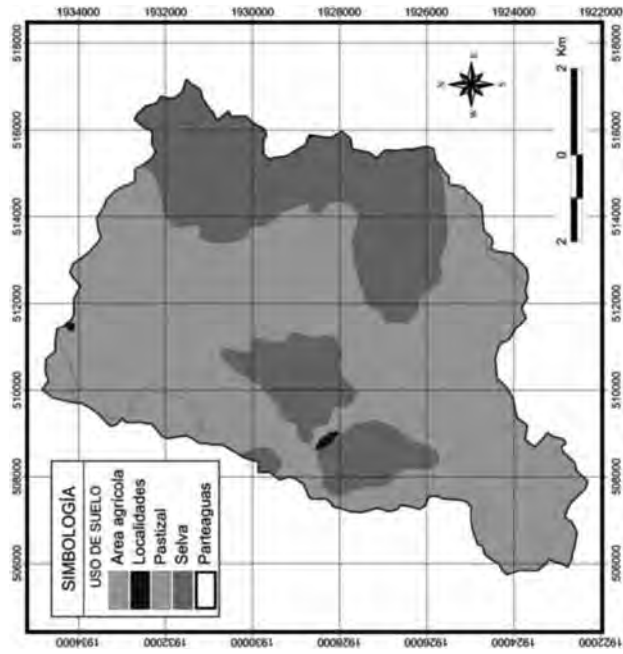
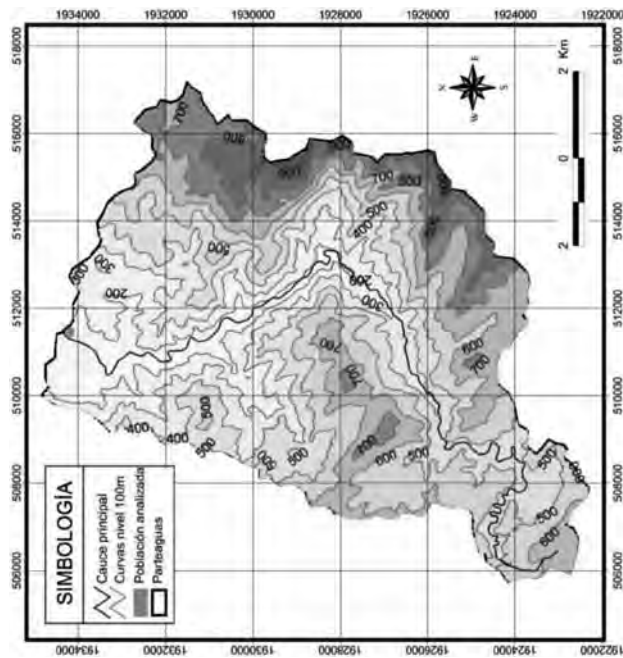


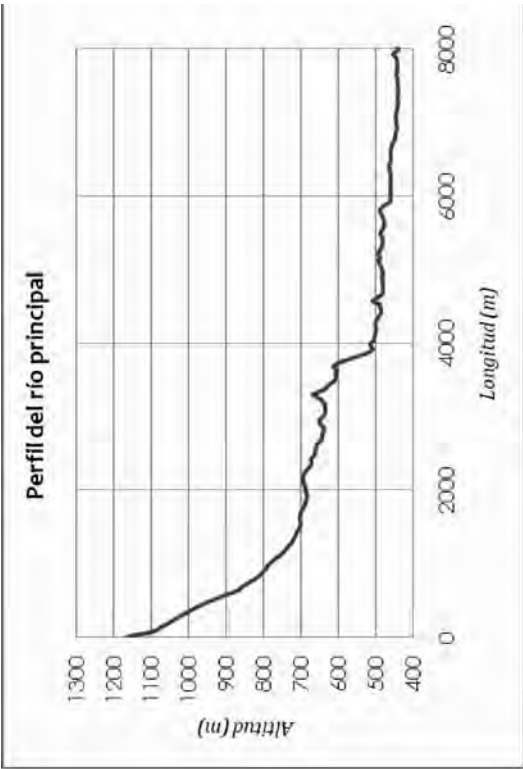
Tabla 23. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Blanco con ápice en Adolfo López Mateos. Población Cerro Blanco (17°20'18.12"N, 92°50'0.49"O).

Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen-sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	60	140	1.905317756	0.644648796	76.22751105	40.00776816	0.374602473	78.95593191	328.9610843	0.008873771	4.96086E-08	1.63193E-05	328.961006	3.475153791	94.66087558
5	80	190	1.853413137	0.617028878	101.3568367	54.68658588	0.394363734	78.95593191	473.3772048	0.017338855	1.89401E-07	8.9658E-05	473.3772945	3.572475068	132.5068154
10	90	220	1.800808943	0.588235977	114.0621088	63.33937268	0.414391339	78.95593191	576.1213741	0.023738331	3.5501E-07	0.000204529	576.1215786	3.676832152	156.6896597
25	110	252.5	1.695818079	0.528165267	133.6822768	78.83055292	0.454363734	78.95593191	786.1905017	0.037873878	9.03691E-07	0.000710474	786.1912122	3.90447083	201.3566617
50	120	275	1.616948964	0.480541018	143.4369403	88.70839059	0.484390989	78.95593191	943.1707306	0.048714436	1.49505E-06	0.00141009	943.1721407	4.09491726	230.3275209
100	125	290	1.512733868	0.413918523	146.4900565	96.83795644	0.524068031	78.95593191	1113.942678	0.058719997	2.17226E-06	0.002419783	1113.945098	4.377023851	254.4982929
500	150	340	1.332675925	0.287188894	167.1695927	125.4390431	0.592620159	78.95593191	1631.693985	0.101834537	6.53327E-06	0.01066037	1631.704646	4.968403871	328.4162657

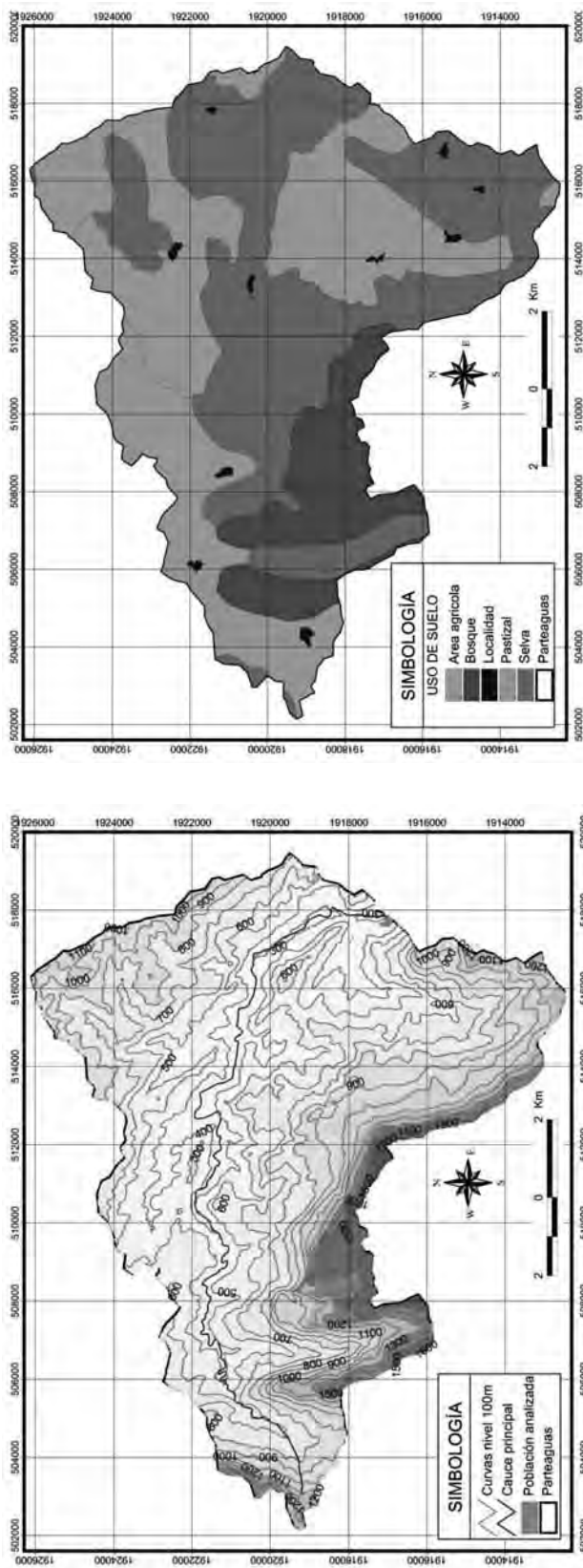
a) Escurrimiento del río Amatán

Tabla 24. Morfometría de la cuenca del río Amatán con ápice en el poblado Cerro Blanco.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	115,96
Perímetro (km):	59,61
Longitud cauce principal (km):	24,06
Ancho medio cuenca (km):	7,32
Pendiente media cuenca (%):	38,50
Elevación media (msnm):	748,00
Altitud mínima (msnm):	282,00
Altitud máxima (msnm):	1816,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1534,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,46
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,55
Coefficiente de masividad (Km):	6,45
Número de escurrimientos:	219,00
Longitud de escurrimientos (km):	144,65
Densidad de drenaje (km/km²):	1,25
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,89
Pendiente del cauce principal (%):	1,88
Sinuosidad del cauce principal:	1,60



► Figura 14. Perfil longitudinal del río Amatán correspondiente a cuenca con ápice en Cerro Blanco.



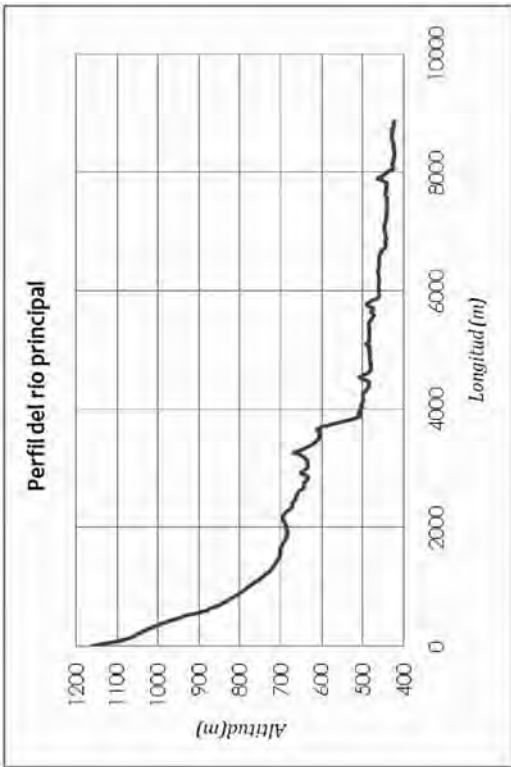
► **Tabla 25.** Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Amatán con ápice en Cerro Blanco. Población San Lorenzo (17°22'26.72"N, 92°55'11.69"O). A 10.84 km al W de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	60	130	1.836857848	0.60805642	73.39308637	39.95577908	0.364970925	115.9649763	470.1208486	0.007805038	3.83787E-08	1.80426E-05	470.1208666	3.637921384	129.2278796
5	80	175	1.756446179	0.563292551	96.83822717	55.13304554	0.39714811	115.9649763	705.8885273	0.015561664	1.52564E-07	0.000107693	705.888635	3.804468662	185.5419765
10	90	205	1.706132643	0.534229197	109.3314402	64.08144212	0.417281356	115.9649763	862.0508766	0.021465443	2.90282E-07	0.000250238	862.0511268	3.916661738	220.098437
25	110	235	1.606504531	0.47406072	128.6458736	80.07812684	0.45714811	115.9649763	1180.164303	0.034543397	7.51745E-07	0.000887183	1180.16519	4.159555306	283.7238847
50	120	262	1.531212571	0.426059952	139.0369693	90.8018729	0.487276614	115.9649763	1426.402249	0.045156847	1.28466E-06	0.001832442	1426.404082	4.364086717	326.8505358
100	125	272	1.437589282	0.362967601	141.7889659	98.62967656	0.524740504	115.9649763	1668.490878	0.053854285	1.82718E-06	0.003048637	1668.493927	4.648298738	358.9472237
500	150	350	1.274643303	0.242666377	165.2713825	129.6608879	0.58994426	115.9649763	2465.991703	0.096366617	5.85051E-06	0.014427395	2466.006131	5.242521124	470.3855401

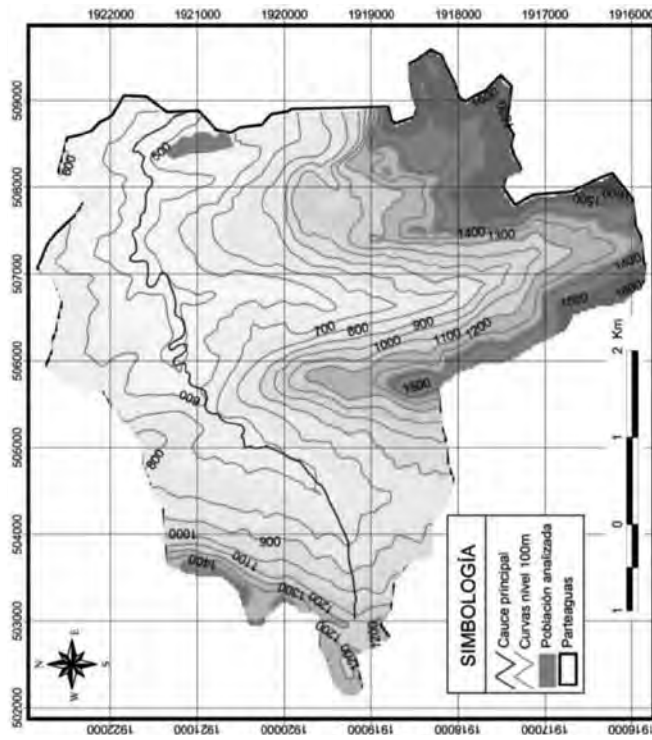
b) Escurrimiento del río Escalón

Tabla 26. Morfometría de la cuenca del río Escalón con ápice en el poblado de San Lorenzo.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	27,21
Perímetro (km):	27,52
Longitud cauce principal (km):	8,92
Ancho medio cuenca (km):	3,90
Pendiente media cuenca (%):	45,00
Elevación media (msnm):	920,00
Altitud mínima (msnm):	423,00
Altitud máxima (msnm):	1815,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1392,00
Coficiente de forma (Kf):	0,56
Coficiente de compacidad (Kc):	1,48
Coficiente de masividad (Km):	33,81
Número de escurrimientos:	49,00
Longitud de escurrimientos (km):	28,65
Densidad de drenaje (km/km²):	1,05
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,80
Pendiente del cauce principal (%):	5,83
Sinuosidad del cauce principal:	1,45

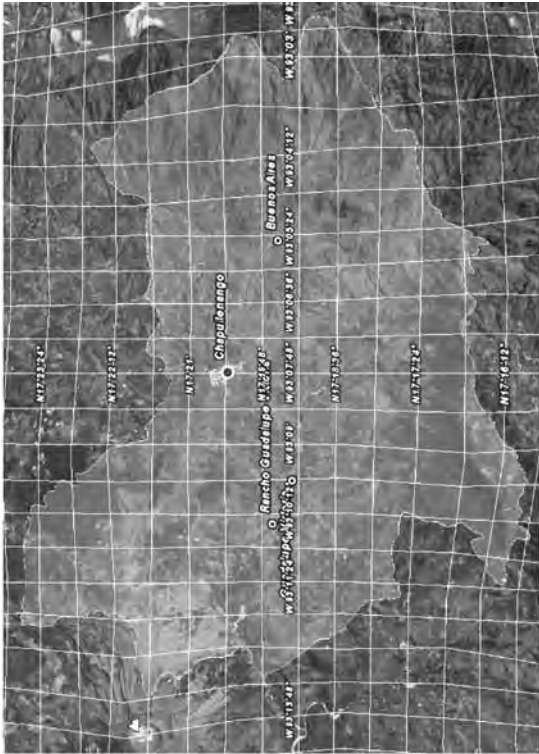


► Figura 15. Perfil longitudinal del río Escalón correspondiente a cuenca con ápice en San Lorenzo.

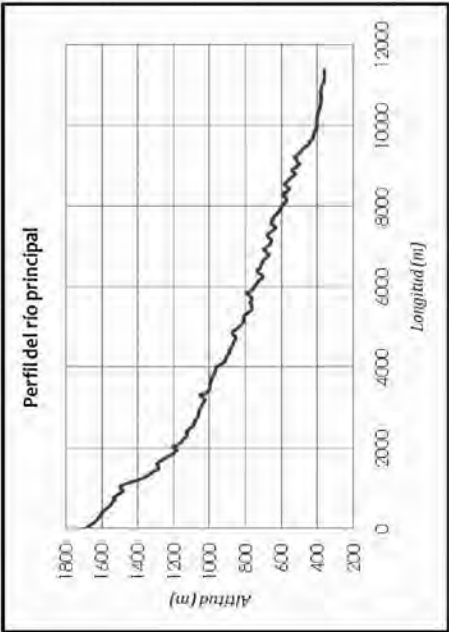


Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)		(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen- sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	60	130	1.062910477	0.061010878	61.34382918	57.71307229	0.364076363	27.20714618	158.9258213	0.081768135	4.2122E-06	0.00066943	158.9264907	2.329918181	68.21118957
5	80	178	1.021099396	0.020879886	80.64386224	78.977485	0.393024956	27.20714618	234.7746563	0.159800381	1.60878E-05	0.003777064	234.7784333	2.425321623	96.80301001
10	90	202.5	0.992179845	-0.007850892	89.72208068	90.42925685	0.413047885	27.20714618	282.5121631	0.213281001	2.86579E-05	0.008096447	282.5202595	2.496013657	113.1885872
25	106	235	0.934440094	-0.067807759	103.2476234	110.4914313	0.453024956	27.20714618	378.5981714	0.326761071	6.72669E-05	0.025468824	378.6236402	2.650244205	142.8636801
50	120	256	0.891091725	-0.115307911	115.0655726	129.1287635	0.483037916	27.20714618	471.7718245	0.455161213	0.000130518	0.061582842	471.8334073	2.779168939	169.7750002
100	123	268	0.8334444125	-0.182188616	114.6875702	137.6067895	0.522951185	27.20714618	544.2880501	0.521000064	0.000171008	0.093093461	544.3811436	2.971398286	183.2070598
500	150	320	0.74072734	-0.300122684	133.9458804	180.83021	0.587145183	27.20714618	803.0531224	0.930185639	0.000545105	0.437986662	803.491109	3.343327985	240.3267381

Chapultenango
Escarriamiento del río Grande



► **Figura 16.** Municipio de Chapultenango con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escarriamiento superficial Población Buenos Aires (17°19'33.60"N, 93° 5'27.18"O). A 4.3 km al SE de la cabecera municipal.



► **Figura 17.** Perfil longitudinal del río Grande correspondiente a cuenca con ápice en Buenos Aires.

Tabla 28. Morfometría de la cuenca del río Grande con ápice en el poblado de Buenos Aires.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	45,80
Perímetro (km):	32,42
Longitud cauce principal (km):	11,53
Ancho medio cuenca (km):	4,82
Pendiente media cuenca (%):	48,00
Elevación media (msnm):	1149,00
Altitud mínima (msnm):	360,00
Altitud máxima (msnm):	2132,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1772,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,51
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,34
Coefficiente de masividad (Km):	25,09
Número de escurremientos:	88,00
Longitud de escurremientos (km):	55,59
Densidad de drenaje (km/km²):	1,21
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,92
Pendiente del cauce principal (%):	11,00
Sinuosidad del cauce principal:	1,31

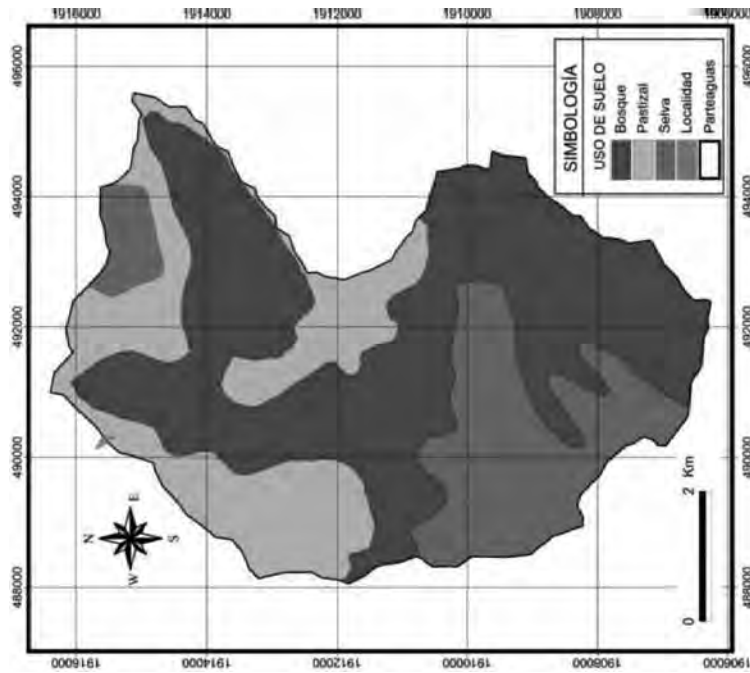
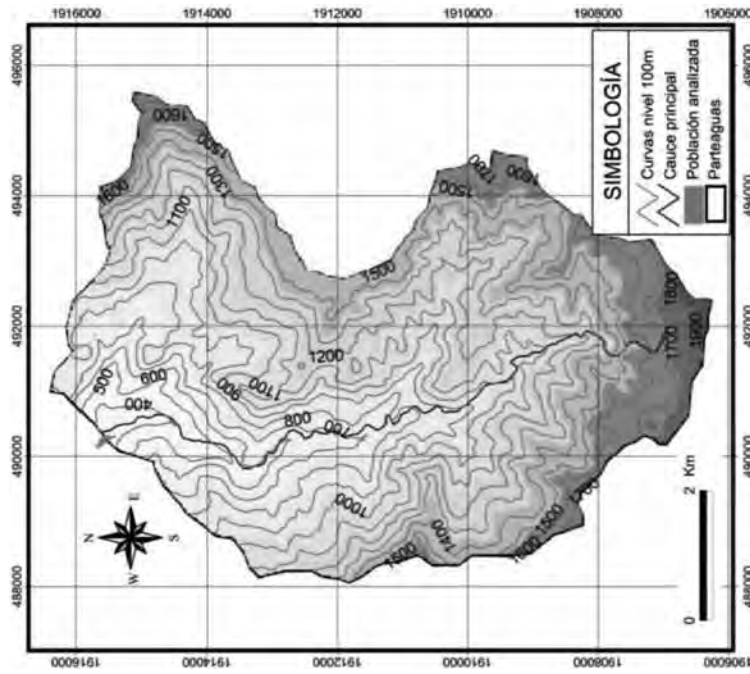


Tabla 29. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Grande con ápice en Buenos Aires. Población Rancho Guadalupe Victoria (17°19'39.01"N, 93°10'24.36"O). A 4.7 km al SW de la cabecera municipal.

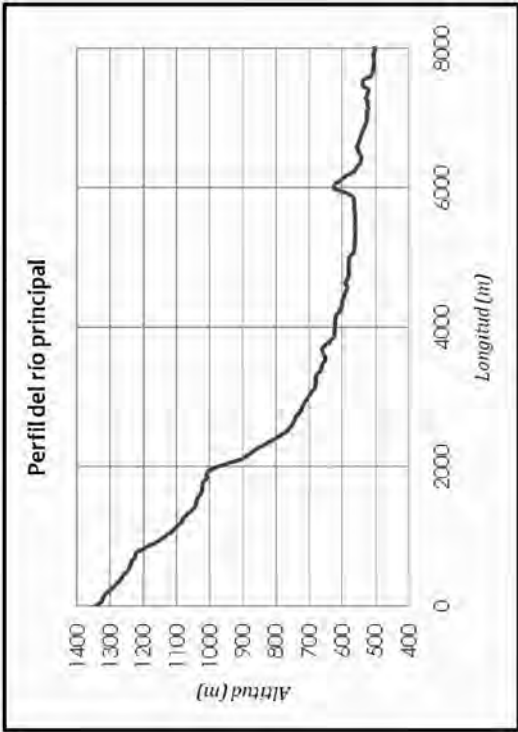
Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimensional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	60	115	1.190328216	0.174229081	63.01524138	52.93938307	0.359491486	45.79672913	242.2962774	0.189828664	2.2702E-05	0.005500735	242.3017781	2.690191721	90.06859109
5	78	140	1.137954682	0.129232513	80.52117057	70.7595582	0.392073295	45.79672913	353.2088953	0.352980267	7.84949E-05	0.027727271	353.2366226	2.814005831	125.5280351
10	88	170	1.105792497	0.100562269	90.59470309	81.92739901	0.412081535	45.79672913	429.8249081	0.482567026	0.000146709	0.063068301	429.8879764	2.895851727	148.4495813
25	100	192	1.04150786	0.040669529	101.1773232	97.14504048	0.452073295	45.79672913	559.1247845	0.693807722	0.000303263	0.169613055	559.2943976	3.074591401	181.9085285
50	115	212.5	0.993271204	-0.006751536	114.7928686	115.570519	0.482081535	45.79672913	709.3275334	1.004062225	0.000635129	0.450800661	709.7783341	3.223904104	220.1611187
100	118	238	0.928973323	-0.073675257	115.2180991	124.0273496	0.522081535	45.79672913	824.3944392	1.166734963	0.0008576	0.707607845	825.102047	3.447043131	239.3651648
500	148	275	0.828290286	-0.1883916	140.4715771	169.5922065	0.584716903	45.79672913	1262.498284	2.267230708	0.003238411	4.101771685	1266.600056	3.866049339	327.6212859

Cálculo del escurrimiento superficial
y sección hidráulica requerida...

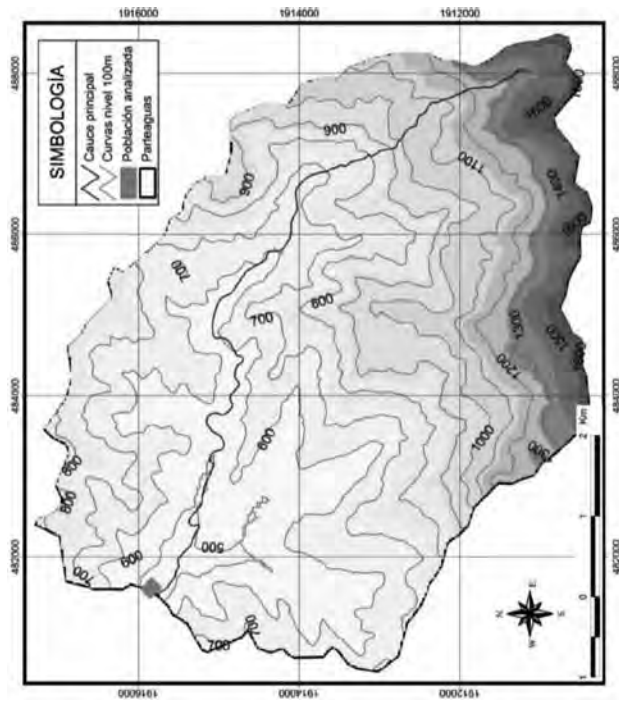
a) Escurrimiento del río Susnubac

Tabla 30. Morfometría de la cuenca del río Susnubac con ápice en el Rancho de Guadalupe Victoria.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	36,75
Perímetro (km):	26,79
Longitud cauce principal (km):	10,22
Ancho medio cuenca (km):	4,28
Pendiente media cuenca (%):	35,30
Elevación media (msnm):	842,15
Altitud mínima (msnm):	471,00
Altitud máxima (msnm):	1675,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1204,00
Coficiente de forma (Kf):	0,50
Coficiente de compacidad (Kc):	1,24
Coficiente de masividad (Km):	22,91
Número de escurrimientos:	69,00
Longitud de escurrimientos (km):	43,92
Densidad de drenaje (km/km²):	1,19
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,88
Pendiente del cauce principal (%):	7,37
Sinuosidad del cauce principal:	1,28



►Figura 18. Perfil longitudinal del río Susnubac correspondiente a cuenca con ápice en Rancho de Guadalupe Victoria.

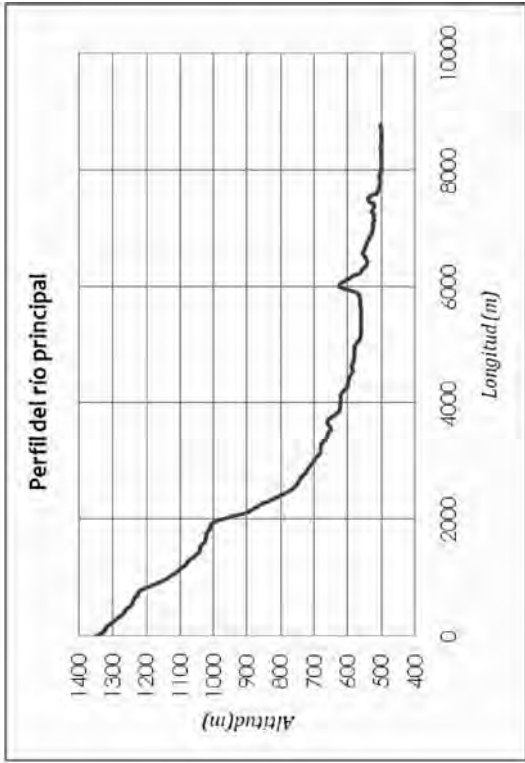


Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen- sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	57	112.5	1,23691680	0,21262183	60,71312518	49,08424328	0,36217028	36,75169404	181,62560341	0,08463182	0,00000451	0,00081957	181,62642298	2,29464818	79,15218744
5	72	145	1,18631697	0,17085352	75,92451097	64,00018971	0,39235345	36,75169404	256,55524052	0,14931323	0,00001405	0,00360350	256,55884402	2,39252153	107,23366144
10	84	165	1,15270307	0,14210968	87,62199143	76,01436490	0,41240438	36,75169404	320,28831663	0,21559909	0,00002928	0,00937968	320,29769632	2,46228970	130,08123937
25	98	185	1,08573142	0,08225388	100,25171998	92,33565355	0,45235345	36,75169404	426,74602858	0,32640671	0,00006712	0,02864556	426,77467414	2,61417220	163,25423166
50	102	200	1,03536557	0,03475457	103,07170880	99,55102969	0,48239703	36,75169404	490,65083466	0,38313748	0,00009248	0,04537980	490,69621445	2,74133984	178,99868076
100	117	210	0,96873547	-0,03176370	116,07049268	119,81649982	0,52214237	36,75169404	639,18668863	0,56829239	0,00020346	0,13007694	639,31676358	2,92989055	218,20499835
500	140	248	0,86122385	-0,14940082	134,92920276	156,66415007	0,58627381	36,75169404	938,40925362	1,00445434	0,00063563	0,59685573	939,00610936	3,29564594	284,92323720

b) Escurrimiento del río Susnubac

Tabla 32. Morfometría de la cuenca del río Susnubac con ápice en el poblado de Guadalupe Victoria

Morfometría	Resultado
Área (km²):	20,09
Perímetro (km):	22,32
Longitud cauce principal (km):	8,77
Ancho medio cuenca (km):	2,72
Pendiente media cuenca (%):	37,40
Elevación media (msnm):	893,90
Altitud mínima (msnm):	492,00
Altitud máxima (msnm):	1675,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1183,00
Coficiente de forma (Kf):	0,37
Coficiente de compacidad (Kc):	1,39
Coficiente de masividad (Km):	44,50
Número de escurrimientos:	39,00
Longitud de escurrimientos (km):	24,05
Densidad de drenaje (km/km²):	1,20
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,94
Pendiente del cauce principal (%):	8,94
Sinuosidad del cauce principal:	1,29



► Figura 19. Perfil longitudinal del río Susnubac correspondiente a cuenca con ápice en Guadalupe Victoria

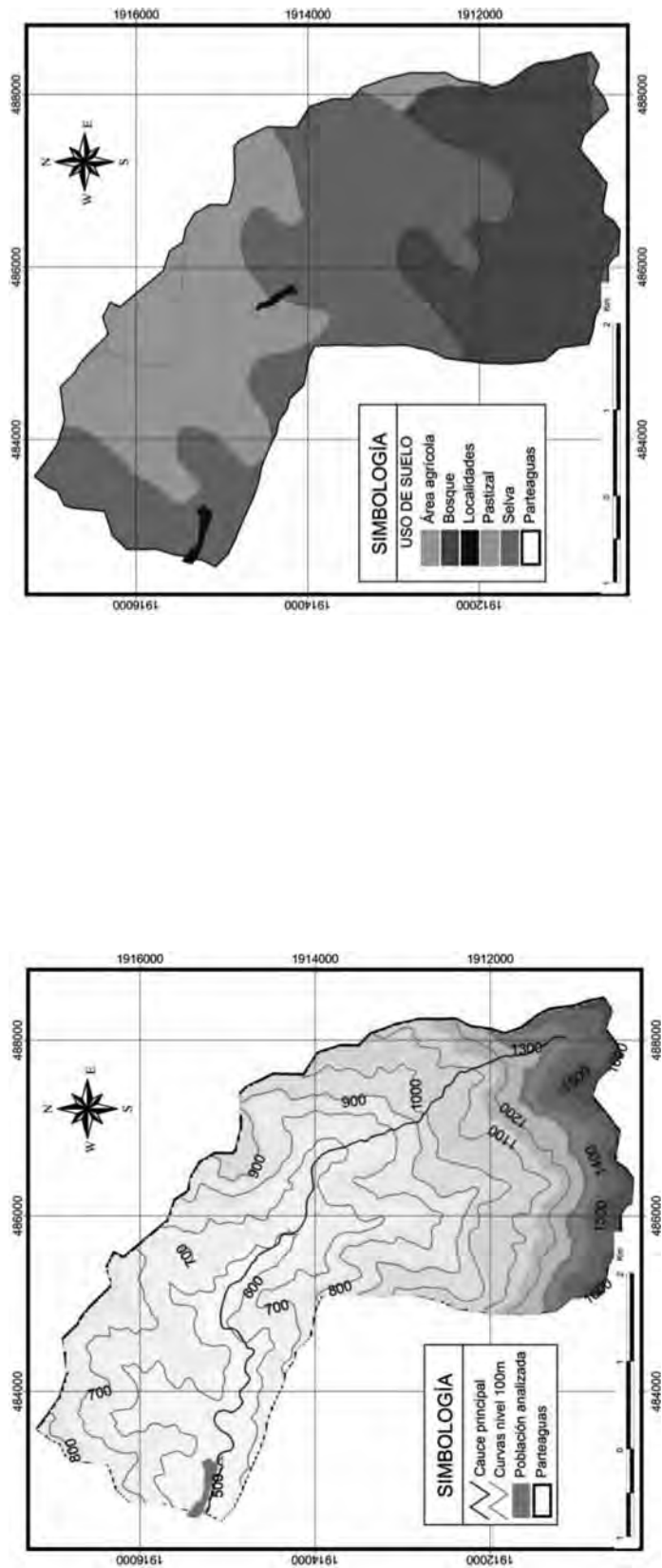
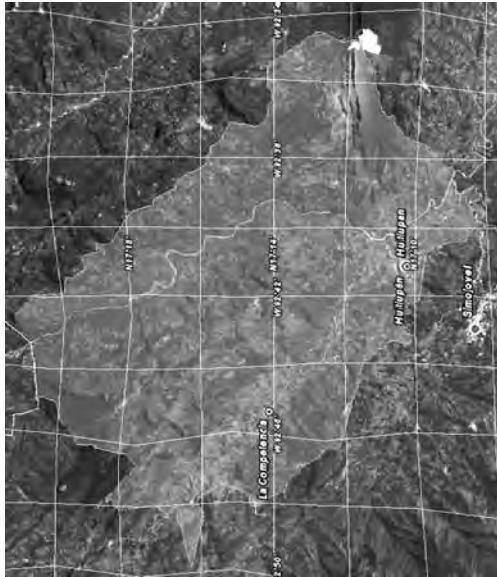


Tabla 33. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Susubac con ápice en Guadalupe Victorian.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	57	112	1,12621042	0,11885839	59,05698575	52,43867796	0,36097001	20,08604825	105,69687702	0,11892809	0,00000891	0,00094184	105,69781886	2,16420233	48,83915773
5	77	145	0,91741545	-0,08619486	75,15571074	81,92113084	0,49798326	20,08604825	227,79803957	0,30849262	0,00005996	0,01365860	227,81169817	2,65675407	85,74813168
10	85	165	0,86093197	-0,14973980	81,23065428	94,35200165	0,53504826	20,08604825	281,89240211	0,41688159	0,00010949	0,03086718	281,92326929	2,83105671	99,58234604
25	97	190	0,76717085	-0,26504575	89,24391527	116,32860553	0,59657519	20,08604825	387,51722425	0,65096457	0,00026697	0,10348138	387,62070563	3,17705922	122,00613183
50	107	200	0,67870589	-0,38756740	95,65854075	140,94255295	0,65462674	20,08604825	515,19919325	0,97881478	0,00060359	0,31115657	515,51034982	3,59116852	143,54947349
100	115	205	0,57257973	-0,55760328	99,20911101	173,26689225	0,72426774	20,08604825	700,73534191	1,51704031	0,00144989	1,01746376	701,75280567	4,25678221	164,85522902
500	140	252	0,37531232	-0,97999674	105,46325483	281,00131254	0,85371649	20,08604825	1339,55735857	4,22272598	0,01123379	15,21927796	1354,77663653	6,49418387	208,61384022

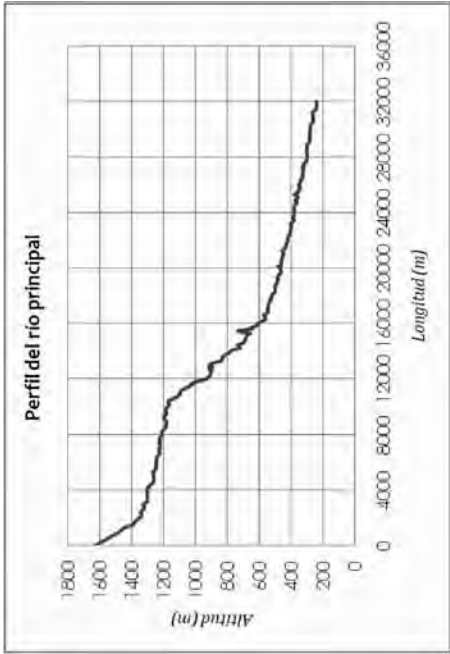
Huitiupán
Escurreimiento del río Cuculho



► **Figura 20.** Municipio de Huitiupán con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial población Huitiupán (17°10'13.89"N, 92°41'7.17"O). Cabecera municipal.

Tabla 34. Morfometría de la cuenca del río Cuculho con ápice en el poblado de Huitiupán.

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	267,85
Perímetro (km):	82,49
Longitud cauce principal (km):	31,91
Ancho medio cuenca (km):	11,07
Pendiente media cuenca (%):	30,00
Elevación media (msnm):	1151,38
Altitud mínima (msnm):	220,00
Altitud máxima (msnm):	2400,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2180,00
Coficiente de forma (Kf):	0,46
Coficiente de compacidad (Kc):	1,41
Coficiente de masividad (Km):	4,30
Número de escurrimientos:	545,00
Longitud de escurrimientos (km):	374,24
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,40
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	2,03
Pendiente del cauce principal (%):	4,35
Sinuosidad del cauce principal:	1,38



► **Figura 21.** Perfil longitudinal del río Cuculho correspondiente a cuenca con ápice en Huitiupán.

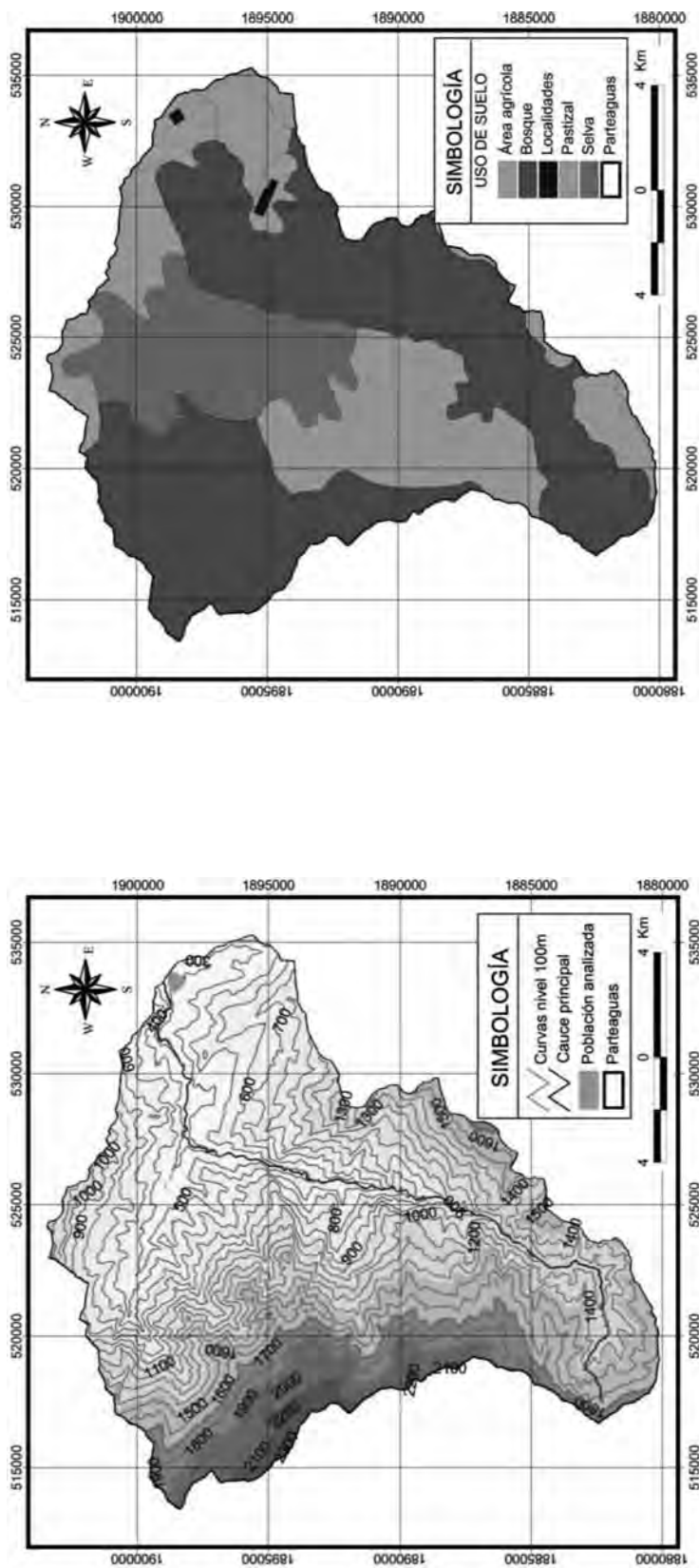


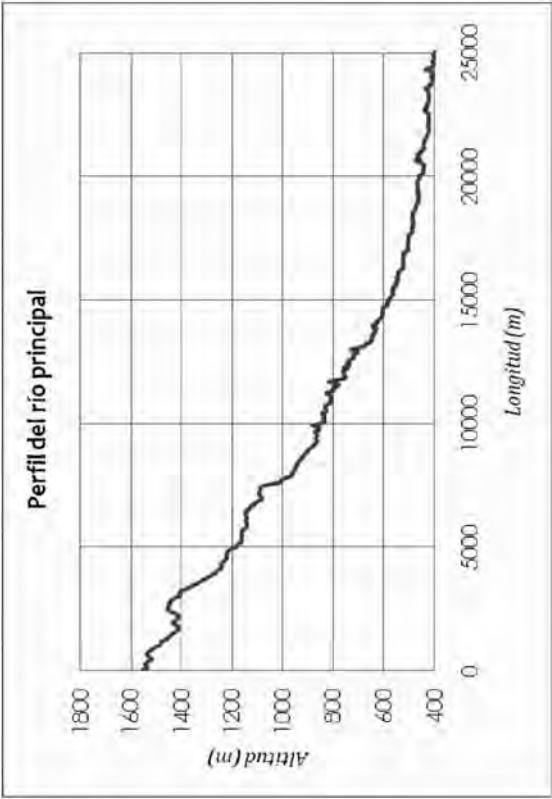
Tabla 35. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Cuculho con ápice en Huitiupán. Población La Competencia (17°14'8.67"N, 92°45'25.57"O). A 10.5 km al NW de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hptc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	100	2,31115799	0,83774869	63,18021557	27,33703882	0,36097369	267,84747653	734,78345932	0,01051174	0,00000007	0,00005115	734,78351047	3,83479842	191,60942229
5	72,5	135	2,21057215	0,79325137	88,10017968	39,85401686	0,39313747	267,84747653	1166,67231833	0,02364815	0,00000035	0,00041104	1166,67272937	4,00929009	290,99234633
10	85	160	2,14782429	0,76445537	103,04064872	47,97443131	0,41320201	267,84747653	1476,06205151	0,03519800	0,00000078	0,00115208	1476,06320359	4,12641996	357,71036862
25	100	185	2,02293407	0,70454897	118,84381616	58,74824004	0,45313747	267,84747653	1982,24436071	0,05430790	0,00000186	0,00368319	1982,24804390	4,38117344	452,44683242
50	110	200	1,92893027	0,65696559	128,60475183	66,67153997	0,48319655	267,84747653	2398,81449133	0,07117167	0,00000319	0,00765514	2398,82214646	4,59468397	522,08642948
100	120	235	1,80634512	0,59130553	141,39678548	78,27785530	0,52239493	267,84747653	3044,87954075	0,10025347	0,00000633	0,01928023	3044,89882098	4,90649595	620,58520996
500	145	160	1,60675049	0,47421381	147,23822741	91,63726906	0,58621821	267,84747653	4000,03504649	0,14028059	0,00001240	0,04959123	4000,08463772	5,51599332	725,17938368

a) Escurrimiento del río San Pedro

Tabla 36. Morfometría de la cuenca del río San Pedro con ápice en el poblado La Competencia.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	225,35
Perímetro (km):	81,00
Longitud cauce principal (km):	31,00
Ancho medio cuenca (km):	10,58
Pendiente media cuenca (%):	36,30
Elevación media (msnm):	1172,41
Altitud mínima (msnm):	340,00
Altitud máxima (msnm):	2447,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2107,00
Coficiente de forma (Kf):	0,50
Coficiente de compacidad (Kc):	1,51
Coficiente de masividad (Km):	5,20
Número de escurrimientos:	463,00
Longitud de escurrimientos (km):	313,36
Densidad de drenaje (km/km²):	1,39
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,05
Pendiente del cauce principal (%):	3,95
Sinuosidad del cauce principal:	1,58



► **Figura 22.** Perfil longitudinal del río San Pedro correspondiente a cuenca con ápice en La Competencia.

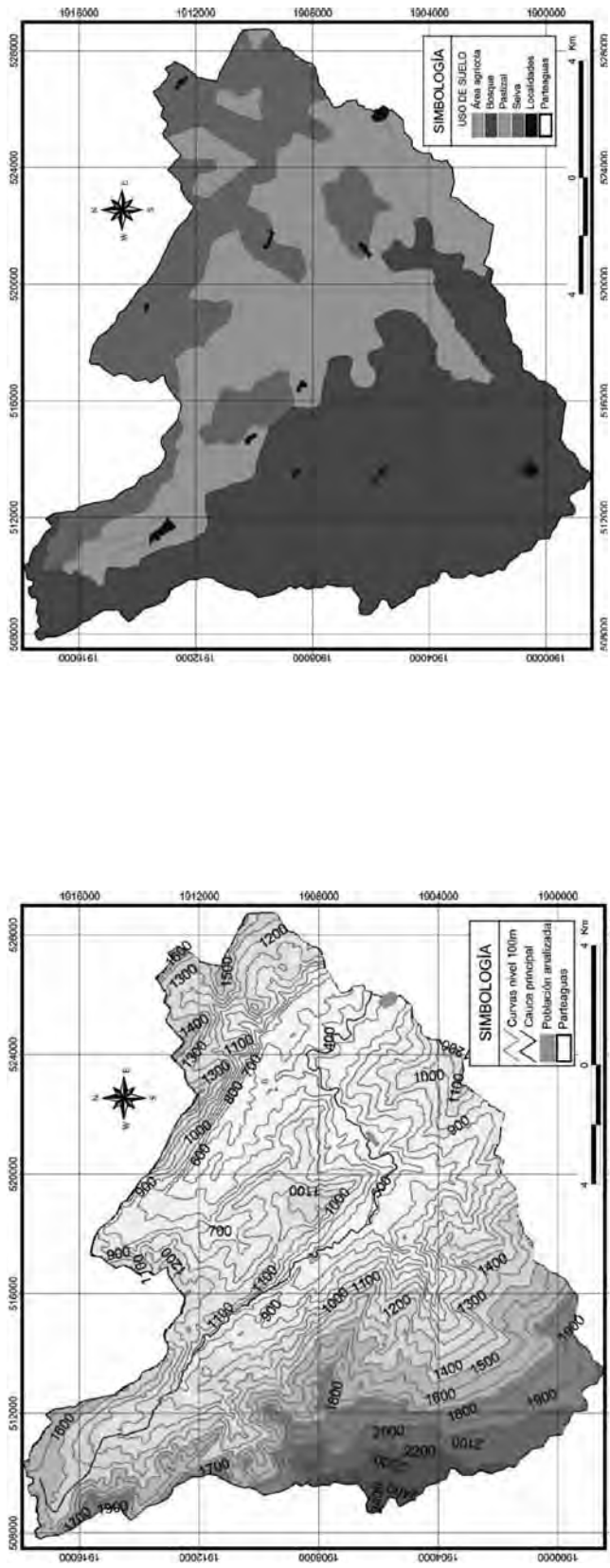
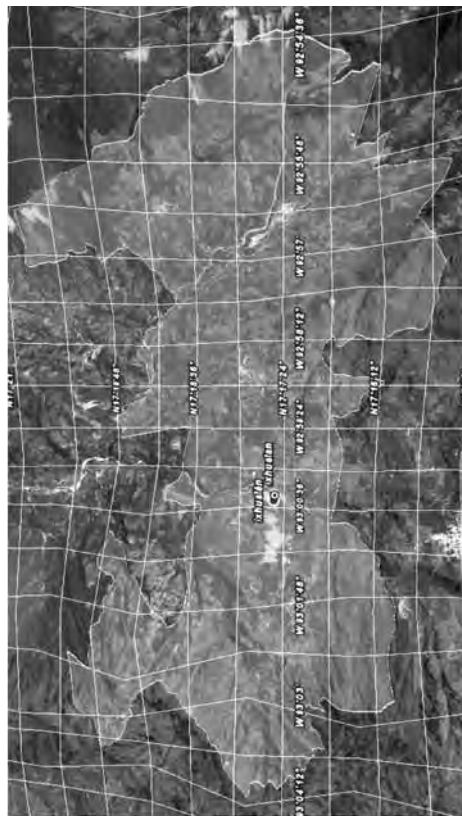


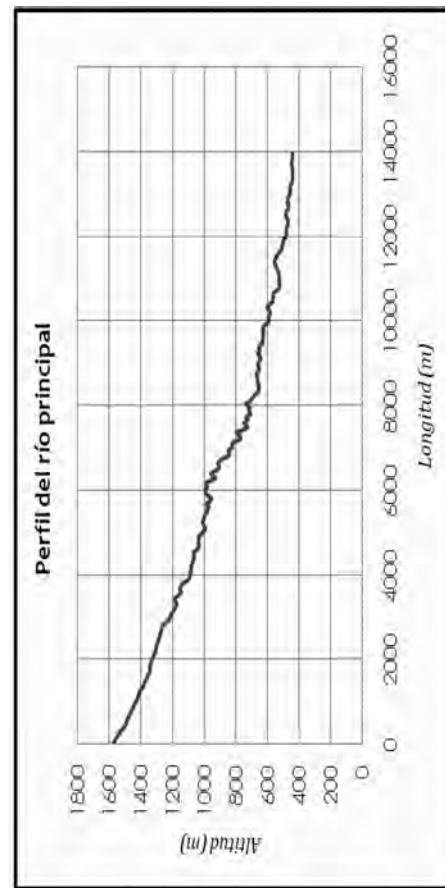
Tabla 37. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río San Pedro con ápice en el poblado La Competencia.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen- sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	60	115	2,13536280	0,75863656	73,12910769	34,24668988	0,36191137	225,34526504	776,45100437	0,01513783	0,00000014	0,00011209	776,45111646	4,03294596	192,52703236
5	80	160	2,04250869	0,71417880	97,97776480	47,96932574	0,39400641	225,34526504	1184,02298693	0,03119980	0,00000061	0,00072611	1184,02371304	4,21628697	280,82142478
10	90	185	1,98446533	0,68534952	110,48681620	55,67586114	0,41406911	225,34526504	1444,21885162	0,04292331	0,00000116	0,00167633	1444,22052796	4,33960858	332,79972170
25	112	215	1,86892281	0,62536223	132,26784717	70,77223660	0,45400641	225,34526504	2012,88117366	0,07168085	0,00000324	0,00651578	2012,88768944	4,60789645	436,83440164
50	120	225	1,78196565	0,57771705	139,08724449	78,05270802	0,48406317	225,34526504	2366,91820618	0,08834131	0,00000492	0,01163734	2366,92984352	4,83275465	489,76826146
100	125	250	1,66973019	0,51266205	145,16415076	86,93868707	0,52285738	225,34526504	2847,66930721	0,11117736	0,00000779	0,02217513	2847,69148234	5,15760140	552,13485160
500	150	305	1,48382616	0,39462399	169,24659626	114,06093322	0,58711515	225,34526504	4195,20747246	0,19819945	0,00002475	0,10382684	4195,31129930	5,80378148	722,85824528

Ixhuatán



► **Figura 23.** Municipio de Ixhuatán con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial Población Ixhuatán (17°17'33.16"N, 93°0'25.90"O) Cabecera municipal.



► **Figura 24.** Perfil longitudinal del río San José correspondiente a cuenca con ápice en Ixhuatán.

Tabla 38. Morfometría de la cuenca del río San José con ápice en la ciudad de Ixhuatán.

Área (km²):	118,68
Perímetro (km):	50,75
Longitud cauce principal (km):	13,91
Ancho medio cuenca (km):	9,76
Pendiente media cuenca (%):	32,90
Elevación media (msnm):	1316,00
Altitud mínima (msnm):	440,00
Altitud máxima (msnm):	2424,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1984,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,80
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,30
Coefficiente de masividad (Km):	11,09
Número de escurrimientos:	222,00
Longitud de escurrimientos (km):	164,75
Densidad de drenaje (km/km²):	1,39
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,87
Pendiente del cauce principal (%):	8,32
Sinuosidad del cauce principal:	1,21

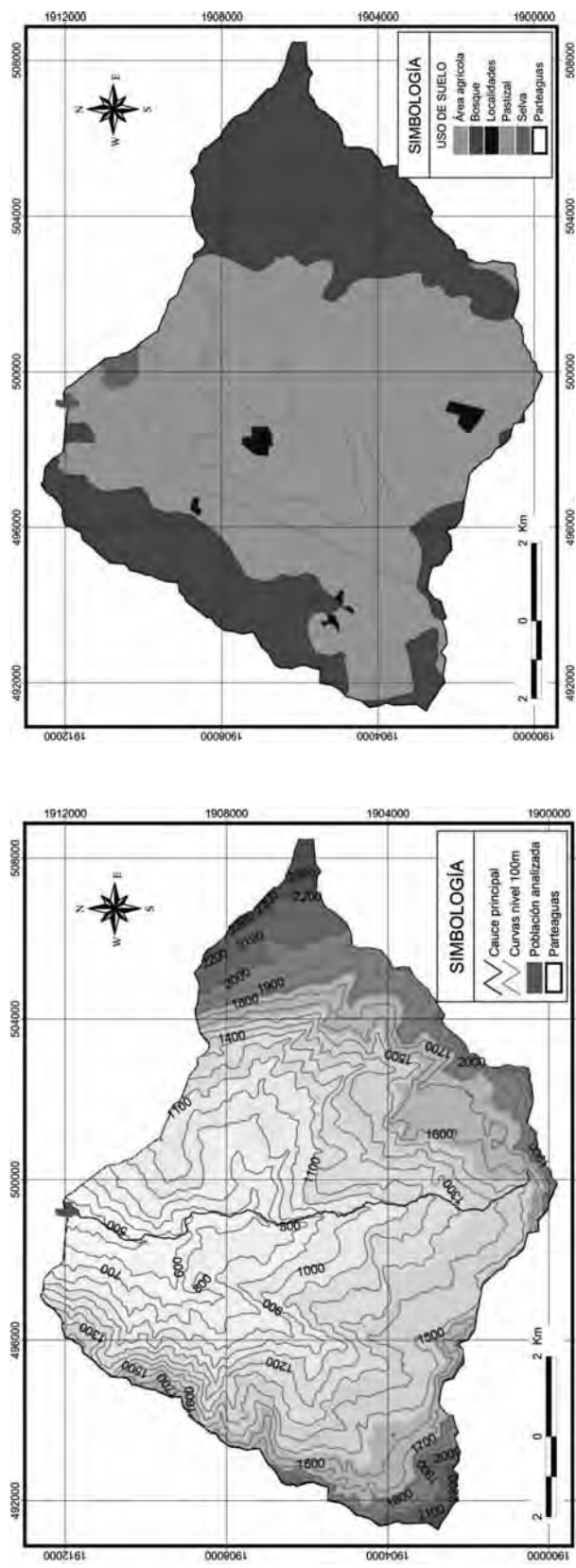
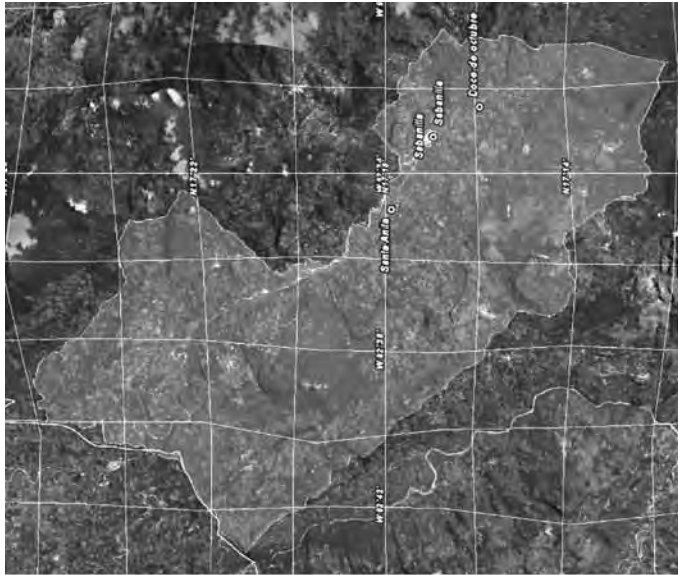


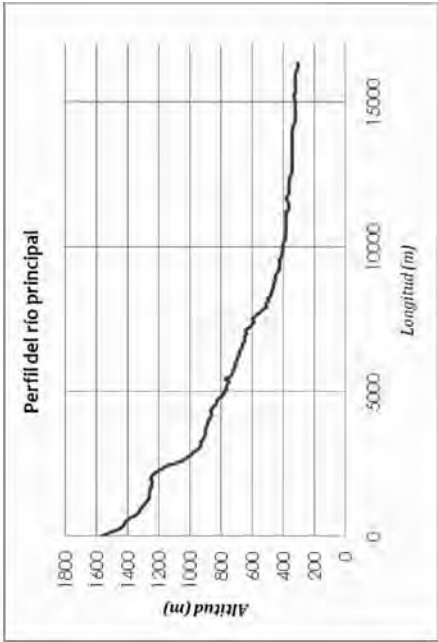
Tabla 39. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río San José con ápice en Ixhuatán.

Tr	1 h	24 h	tc	Intc	hptc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen- sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	60	110	1,45468396	0,37478866	65,89651221	45,29953875	0,37352501	118,68024903	558,26025916	0,09863047	0,000000613	0,00342139	558,26368055	2,65613250	210,17915344
5	80	148	1,40727943	0,34165836	87,31037602	62,04196122	0,39719902	118,68024903	813,04939474	0,19338006	0,00002356	0,01915539	813,06855014	2,74560492	296,13457666
10	90	170	1,36705875	0,31266153	97,87051567	71,59203363	0,41728539	118,68024903	985,64636767	0,26256940	0,00004343	0,04281232	985,68917999	2,82638427	348,74563611
25	103	193	1,28713622	0,25241977	110,14833051	85,57628054	0,45719902	118,68024903	1290,86831812	0,38419858	0,00009299	0,12005338	1290,98837150	3,00188377	430,05941328
50	115	212,5	1,22693180	0,20451658	121,27439551	98,84363217	0,48726535	118,68024903	1589,04965994	0,52229803	0,00017186	0,27314260	1589,32280254	3,14918346	504,67774313
100	120	220	1,14962278	0,13943387	124,38739799	108,19844589	0,52587378	118,68024903	1877,26588804	0,63315901	0,00025256	0,47424376	1877,74013179	3,36095753	558,69201422
500	153	275	1,01472496	0,01461760	153,56114427	151,33277588	0,59324230	118,68024903	2962,02248446	1,29174231	0,00105122	3,11700463	2965,13948908	3,80776418	778,70880457

Sabanilla
Escurrimiento del río Sabanilla



► **Figura 25.** Municipio de Sabanilla con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial Población Doce de Octubre (17°15'52.11"N, 92°32'23.60"O). A 2 km al sur de la cabecera municipal.



► **Figura 26.** Perfil longitudinal del río Sabanilla correspondiente a cuenca con ápice en poblado Doce de Octubre.

Tabla 40. Morfometría de la cuenca del río Sabanilla con ápice en el poblado Doce de Octubre.

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	115,25
Perímetro (km):	49,77
Longitud cauce principal (km):	16,34
Ancho medio cuenca (km):	8,54
Pendiente media cuenca (%):	33,10
Elevación media (msnm):	977,62
Altitud mínima (msnm):	300,00
Altitud máxima (msnm):	2150,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1850,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,63
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,30
Coefficiente de masividad (Km):	8,48
Número de escurrimientos:	235,00
Longitud de escurrimientos (km):	172,33
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,50
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	2,04
Pendiente del cauce principal (%):	6,84
Sinuosidad del cauce principal:	1,28

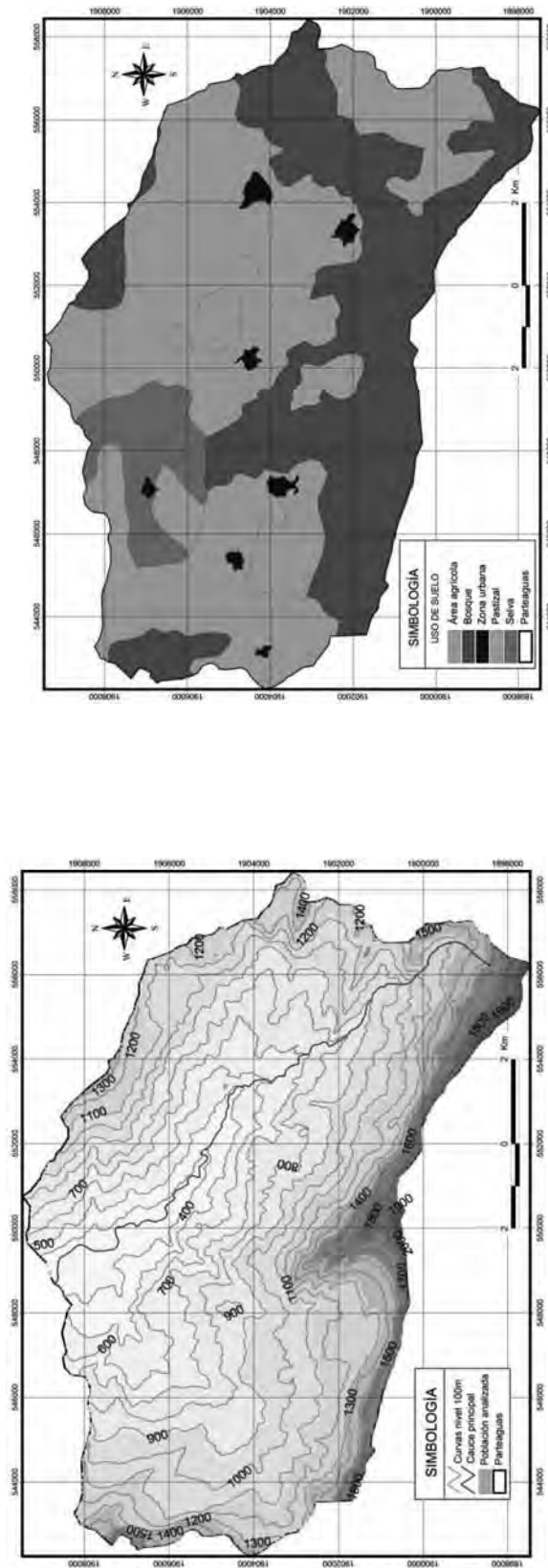


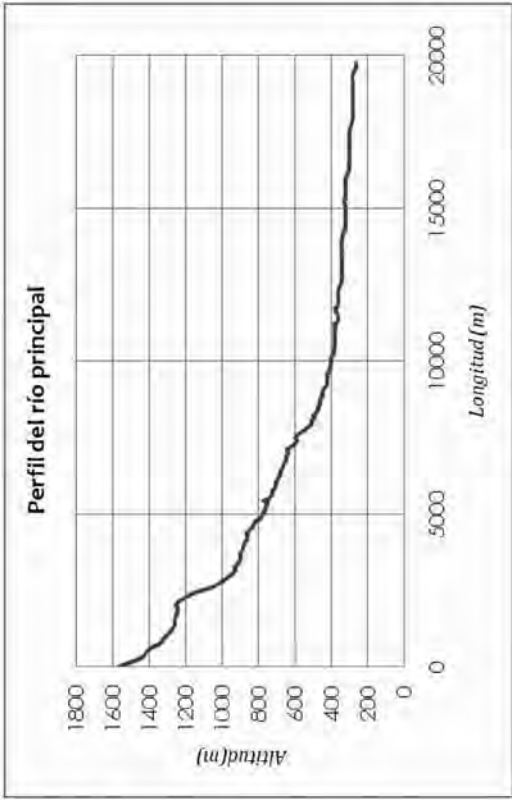
Tabla 41. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Sabanilla con ápice en Doce de Octubre. Población Santa Anita (17°17'52.81"N 92°34'50.72"O). A 3.3 km al NW de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	t _c	ln t _c	hp t _c	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen- sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	50	110	1,58013301	0,45750902	58,63753194	37,10923810	0,37048810	115,24672575	440,48354566	0,08725748	0,00000480	0,00211289	440,48565855	2,87279262	153,33012720
5	75	155	1,51265278	0,41386492	85,41807192	56,46905429	0,40164220	115,24672575	736,64659929	0,21461294	0,00002902	0,02108571	726,66768500	3,00094940	242,14593088
10	90	185	1,46898955	0,38457478	101,49590486	69,09232595	0,42180053	115,24672575	933,70638660	0,33032580	0,00006874	0,06418976	933,77057636	3,09014754	302,17669696
25	100	215	1,38269194	0,32403228	111,72532439	80,80275967	0,46164220	115,24672575	1195,10231857	0,46138130	0,00013411	0,16029644	1195,26261501	3,28301216	364,07498889
50	120	220	1,31739476	0,27565612	128,67373968	97,67287988	0,49178844	115,24672575	1538,95423178	0,69111237	0,00030092	0,46324208	1539,41747385	3,44573593	446,76014191
100	130	255	1,23955597	0,21475323	138,44672710	111,69058145	0,52772486	115,24672575	1888,41524729	0,91943321	0,00053258	1,00625899	1889,42150629	3,66211333	515,93747529
500	150	300	1,09511342	0,09085794	154,28837631	140,88803353	0,59441074	115,24672575	2683,08324887	1,50622694	0,00142929	3,84040210	2686,9365097	4,14513635	648,21116255

a) Escurrimiento del río Sabanilla

Tabla 42. Morfometría de la cuenca del río Sabanilla con ápice en el poblado Santa Anita.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	1423,56
Perímetro (km):	201,47
Longitud cauce principal (km):	103,35
Ancho medio cuenca (km):	26,37
Pendiente media cuenca (%):	30,80
Elevación media (msnm):	1311,63
Altitud mínima (msnm):	260,00
Altitud máxima (msnm):	2897,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2637,00
Coficiente de forma (Kf):	0,49
Coficiente de compacidad (Kc):	1,50
Coficiente de masividad (Km):	0,92
Número de escurrimientos:	2858,00
Longitud de escurrimientos (km):	1997,99
Densidad de drenaje (km/km²):	1,40
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,01
Pendiente del cauce principal (%):	1,83
Sinuosidad del cauce principal:	2,73



► Figura 27. Perfil longitudinal del río Sabanilla correspondiente a cuenca con ápice en poblado Santa Anita.

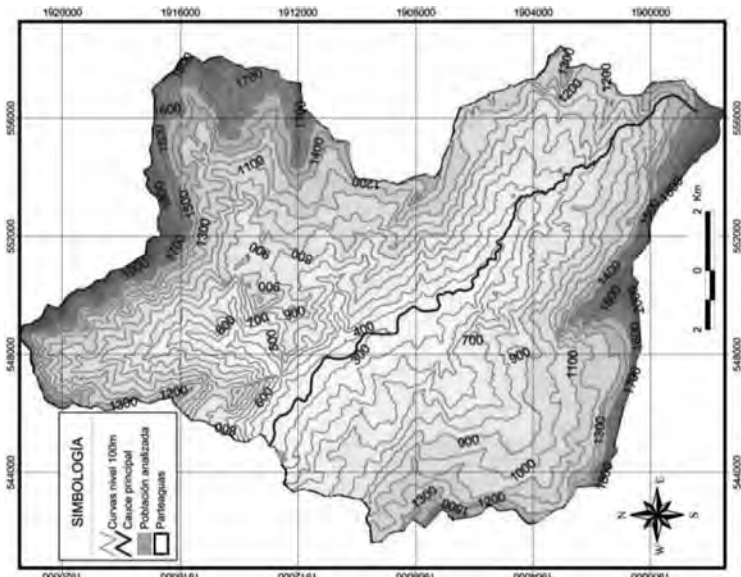
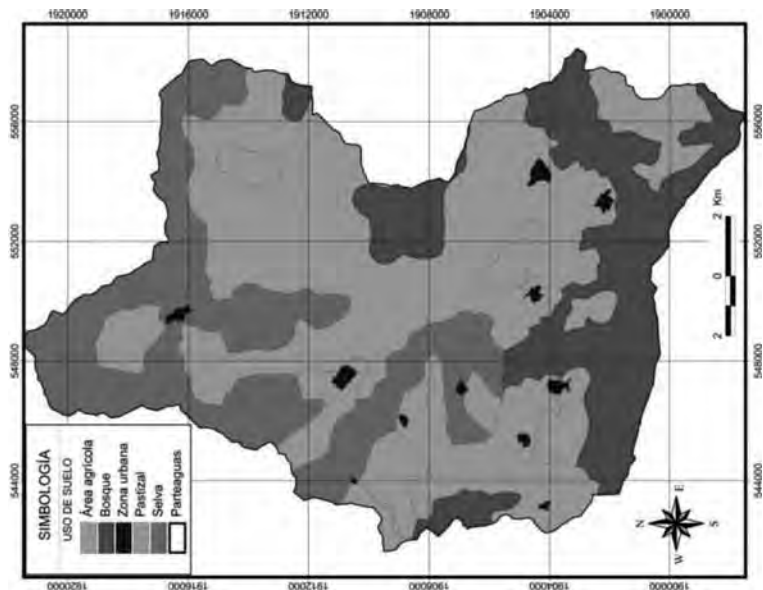


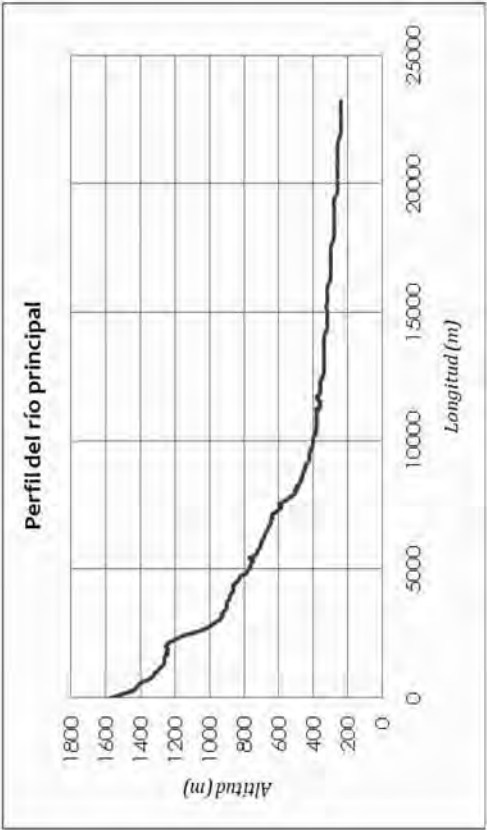
Tabla 43. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Sabanilla con ápice en Santa Anita. Población Sabanilla (17°16'55.14"N, 92°33'6.17"O). Cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	110	1,74371415	0,55601741	60,49731890	34,69451619	0,37197330	153,99143551	552,47670690	0,03750904	0,00000089	0,00048970	552,47719659	3,14	175,69095454
5	75	155	1,66924713	0,51237271	87,89777288	52,65713575	0,40306440	153,99143551	908,60063181	0,09179552	0,00000531	0,00482346	908,60545527	3,28	276,60226469
10	90	185	1,62092739	0,48299845	104,43803511	64,43103841	0,42323861	153,99143551	1167,40560482	0,14133988	0,00001259	0,01469255	1167,42029737	3,38	345,10444587
25	100	215	1,52553970	0,42234825	115,28295336	75,56863550	0,46306440	153,99143551	1498,04319347	0,19867180	0,00002487	0,03725187	1498,08044535	3,59	416,79106593
50	120	220	1,45330646	0,37384128	131,76321416	90,66443845	0,49322285	153,99143551	1914,35082608	0,29295267	0,00005407	0,10350956	1914,45433564	3,77	507,41344273
100	130	255	1,36853203	0,31373865	142,34004640	104,00929124	0,52861744	153,99143551	2353,72104447	0,39246281	0,00009704	0,22842030	2353,94946478	4,01	587,50538790
500	150	300	1,20773154	0,18874384	158,90846343	131,57598172	0,59575405	153,99143551	3355,71434203	0,64704175	0,00026376	0,88532902	3356,59967105	4,54	739,31532643

b) Escurrimiento del río Sabanilla

Tabla 44. Morfometría de la cuenca del río Sabanilla con ápice en la ciudad de Sabanilla.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	236,13
Perímetro (km):	81,16
Longitud cauce principal (km):	23,19
Ancho medio cuenca (km):	12,32
Pendiente media cuenca (%):	36,30
Elevación media (msnm):	983,12
Altitud mínima (msnm):	240,00
Altitud máxima (msnm):	2149,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1909,00
Coficiente de forma (Kf):	0,64
Coficiente de compacidad (Kc):	1,48
Coficiente de masividad (Km):	4,16
Número de escurrimientos:	451,00
Longitud de escurrimientos (km):	327,01
Densidad de drenaje (km/km²):	1,38
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,91
Pendiente del cauce principal (%):	4,33
Sinuosidad del cauce principal:	1,26



► **Figura 28.** Perfil longitudinal del río Sabanilla correspondiente a cuenca con ápice en la ciudad de Sabanilla.

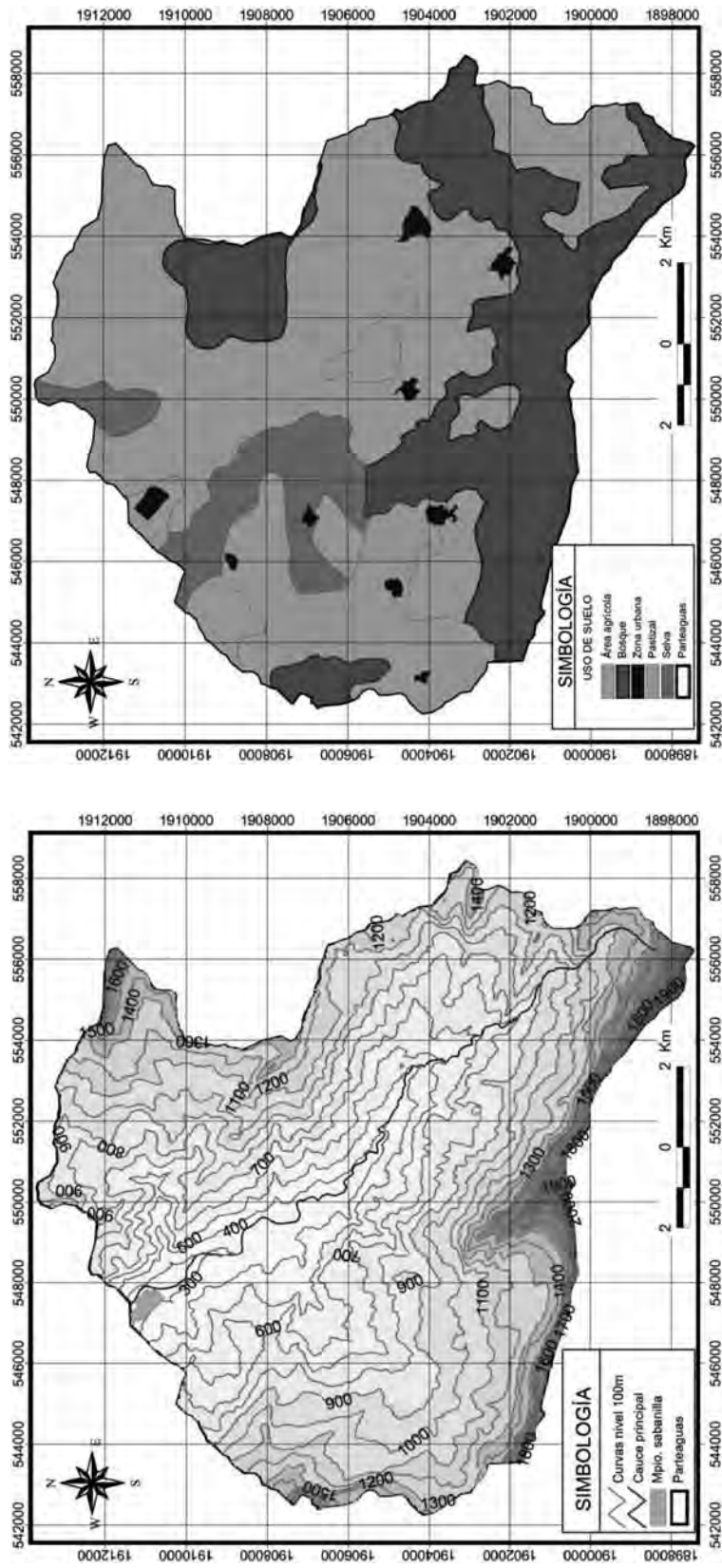
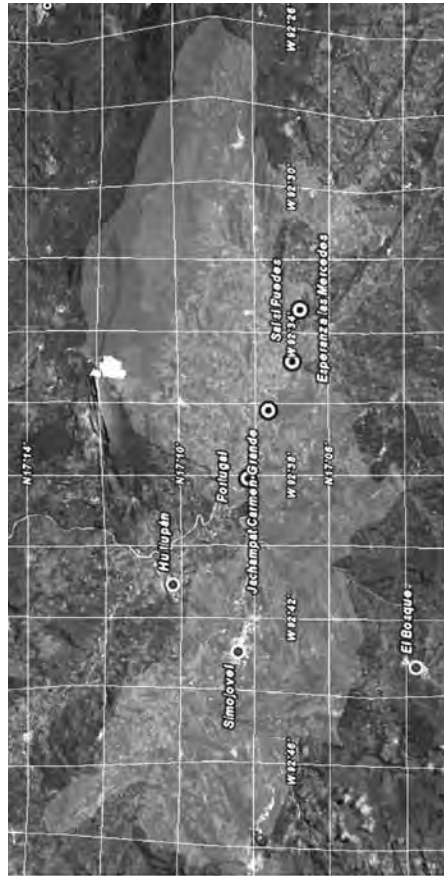


Tabla 45. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Sabanilla con ápice en Sabanilla.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hptc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimen-sional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	51	112	1,82670159	0,60251193	62,56469644	34,25009139	0,37001084	236,13373932	831,91512836	0,01495274	0,00000014	0,00011718	831,91524554	3,52697636	235,87207854
5	76,5	160	1,74700226	0,55790133	91,15826671	52,17982182	0,40186040	236,13373932	1376,51404470	0,03689576	0,00000086	0,00118052	1376,51522523	3,68787922	373,25387946
10	90	190	1,69660133	0,52862703	106,63367143	62,85134261	0,42200170	236,13373932	1741,13159509	0,05493468	0,00000190	0,00331029	1741,13490538	3,79743504	458,50288109
25	100	220	1,59686017	0,46803931	117,67267651	73,69003145	0,46186040	236,13373932	2234,20135973	0,07716577	0,00000375	0,00838135	2234,20974108	4,03462585	553,75884325
50	115	230	1,52146250	0,41967204	130,18611304	85,56642924	0,49199093	236,13373932	2763,52468531	0,10613337	0,00000710	0,01961150	2763,54429681	4,23456598	652,61571250
100	130	260	1,43182439	0,35894943	144,68301925	101,04801984	0,52781224	236,13373932	3501,14509159	0,15125737	0,00001441	0,05046497	3501,19555656	4,49966727	778,10099043
500	150	315	1,26554954	0,23550645	162,22715714	128,18712516	0,59425924	236,13373932	5000,61240157	0,25088443	0,00003965	0,19830258	5000,81070416	5,09085827	982,31190915



► **Figura 30.** Perfil longitudinal del río Grande correspondiente a cuenca con ápice en el poblado Esperanza las Mercedes.

Tabla 46. Morfometría de la cuenca del río Grande con ápice en el poblado Esperanza las Mercedes.

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	1 134,09
Perímetro (km):	189,81
Longitud cauce principal (km):	83,91
Ancho medio cuenca (km):	24,90
Pendiente media cuenca (%):	29,40
Elevación media (msnm):	1385,17
Altitud mínima (msnm):	320,00
Altitud máxima (msnm):	2897,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2577,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,55
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,58
Coefficiente de masividad (Km):	1,22
Número de escurrimientos:	2294,00
Longitud de escurrimientos (km):	1615,83
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,42
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	2,02
Pendiente del cauce principal (%):	2,34
Sinuosidad del cauce principal:	2,44

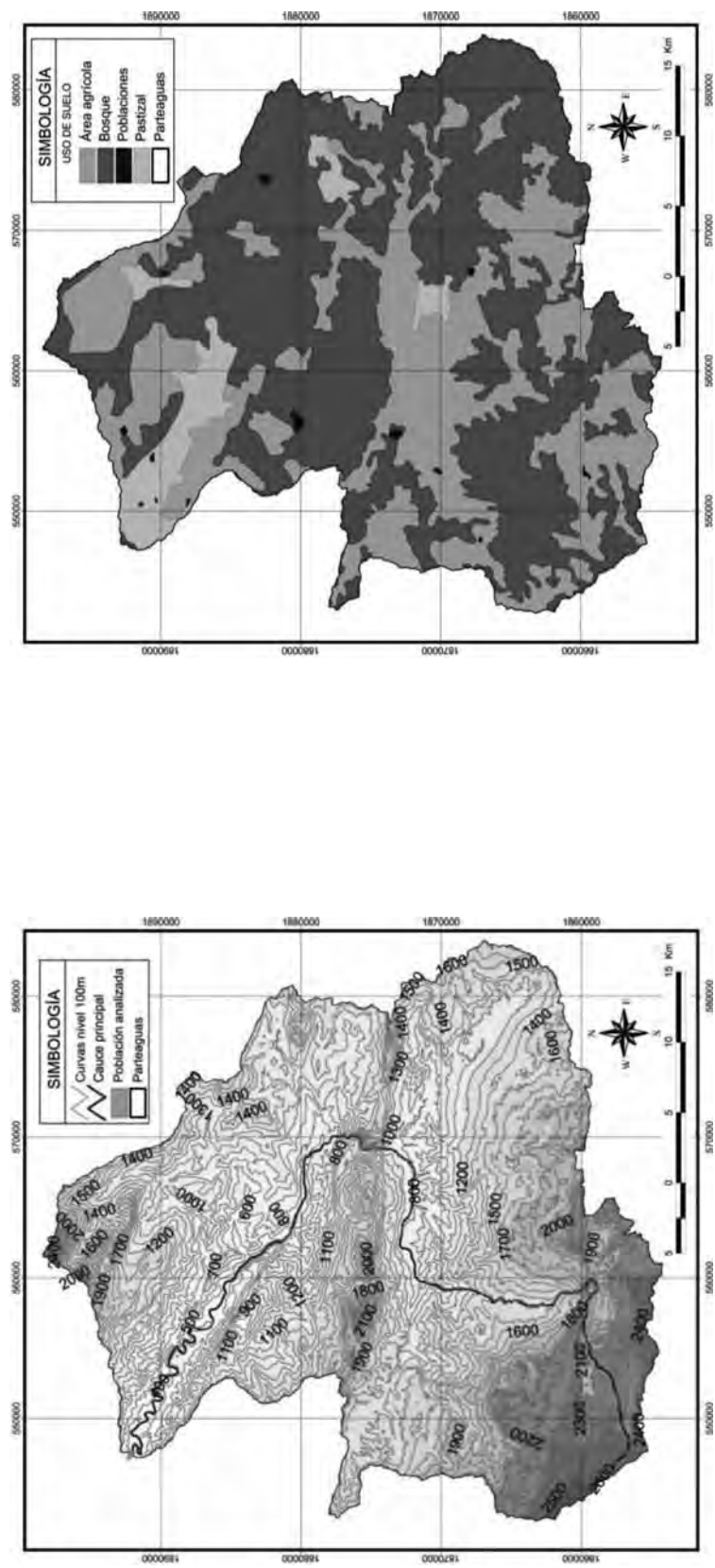


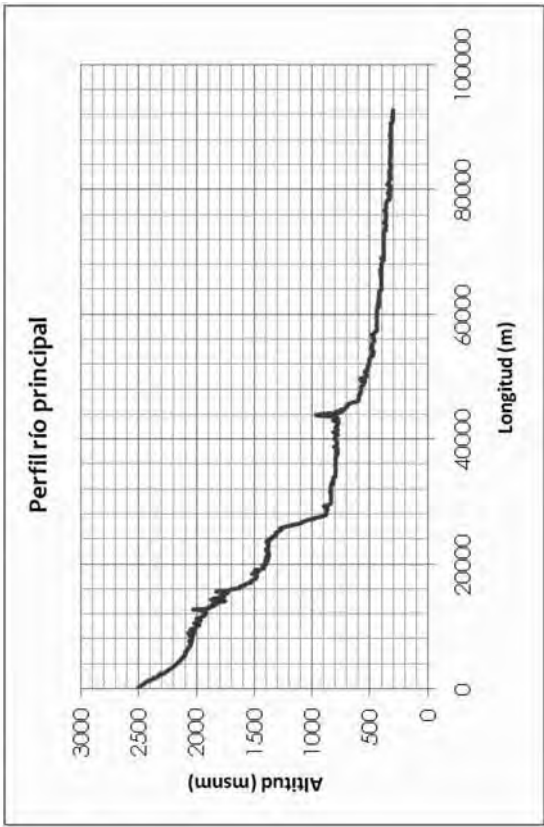
Tabla 47. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Grande con ápice en Esperanza Las Mercedes. Población Sal si Puedes (17° 7'1.48"N, 92°34'44.28"O). A 14.2 km al SE de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	In tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimensional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	50	90	3,75772553	1,32381386	66,66194384	17,73997153	0,36403314	1134,08538014	2036,03100449	0,00235270	0,00000000	0,0000071	2036,03101159	6,20294329	328,23627691
5	72,5	127,5	3,58232562	1,27601220	94,58290827	26,40265524	0,39838597	1134,08538014	3316,21126702	0,00555597	0,00000002	0,00006449	3316,21133151	6,50665540	509,66450934
10	85	160	3,47916594	1,24679259	114,42349296	32,88819644	0,41859024	1134,08538014	4340,29957818	0,00891607	0,00000005	0,00021737	4340,29979555	6,69958223	647,84633500
25	97,5	177,5	3,27597551	1,18661569	127,37024770	38,88009769	0,45838597	1134,08538014	5618,87297320	0,01277535	0,00000010	0,00057774	5618,87355094	7,11511985	789,70891187
50	110	200	3,12177032	1,13840025	142,23860515	45,56344337	0,48858773	1134,08538014	7018,58622520	0,01795425	0,00000020	0,00142536	7018,58765056	7,46658337	939,99990450
100	120	217,5	2,93608830	1,07707818	153,04384649	52,12508313	0,52495436	1134,08538014	8626,98124759	0,02395221	0,00000036	0,00311811	8626,98436569	7,93877976	1086,68896576
500	150	260	2,60076507	0,95580566	183,08270662	70,39571117	0,59062887	1134,08538014	13108,45231944	0,04553718	0,00000131	0,01712477	13108,46944421	8,96234674	1462,61574421

a) Escurrimiento del río Portugal

Tabla 48. Morfometría de la cuenca del río Portugal con ápice en el poblado Sal si Puedes.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	1295,86
Perímetro (km):	185,86
Longitud cauce principal (km):	92,67
Ancho medio cuenca (km):	27,18
Pendiente media cuenca (%):	30,20
Elevación media (msnm):	1342,91
Altitud mínima (msnm):	300,00
Altitud máxima (msnm):	2897,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2597,00
Coficiente de forma (Kf):	0,57
Coficiente de compacidad (Kc):	1,45
Coficiente de masividad (Km):	1,04
Número de escurrimientos:	2613,00
Longitud de escurrimientos (km):	1821,74
Densidad de drenaje (km/km²):	1,41
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,02
Pendiente del cauce principal (%):	2,08
Sinuosidad del cauce principal:	2,65



► Figura 31. Perfil longitudinal del río Portugal correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Sal si Puedes.

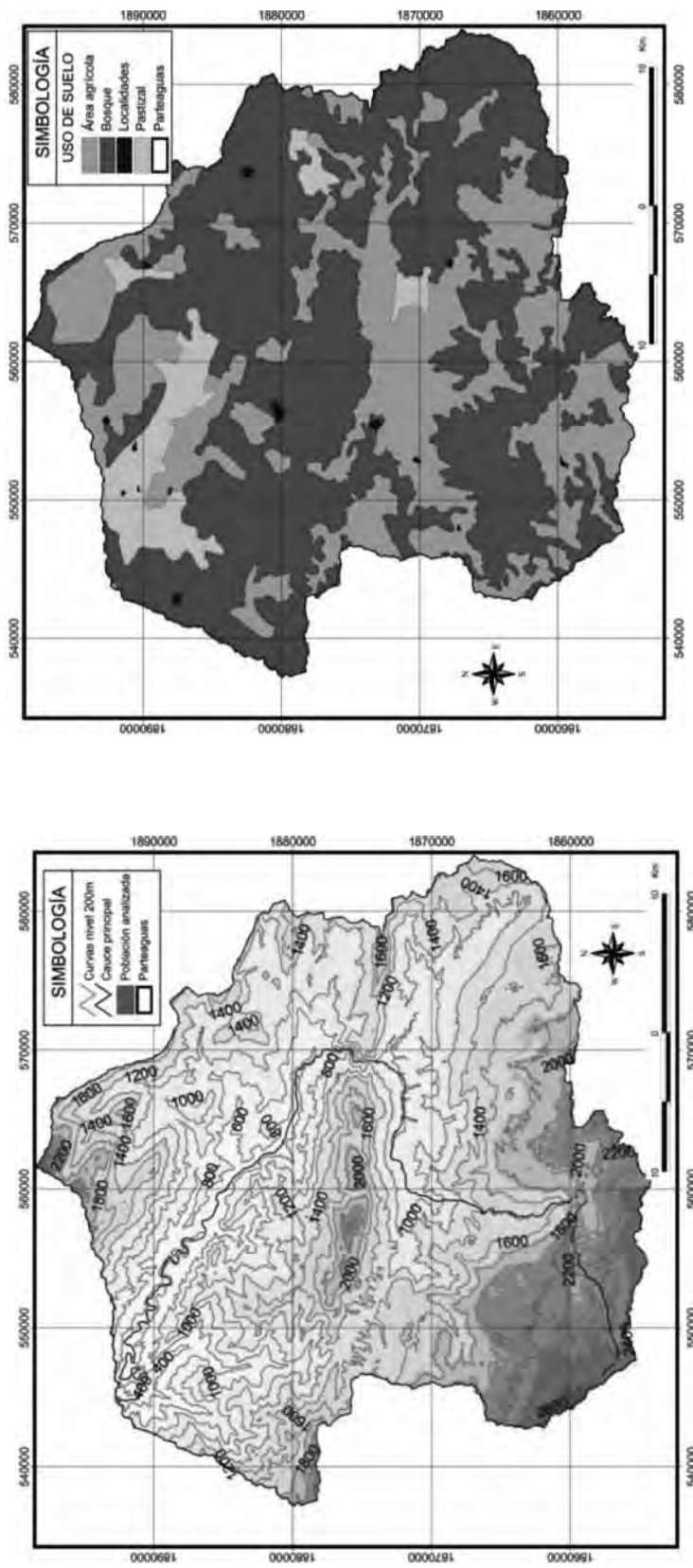


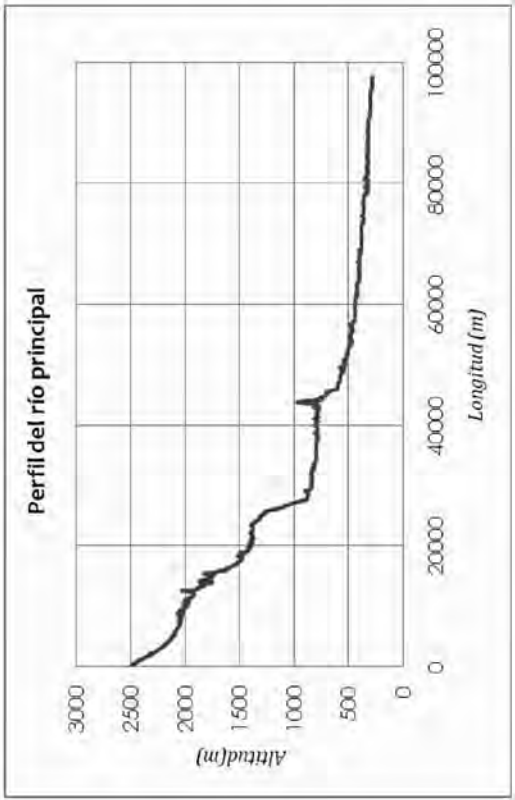
Tabla 49. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Portugal con ápice en Sal si Puedes. Población Jachampat Carmen Grande (17° 7'40.73"N, 92°36'7.36"O). A 11.6 km al SE de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimensional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	50	90	3.918747045	1.365771971	67.19004201	17.14579717	0.363087041	1295.855754	2242.693315	0.002041705	2.62619E-09	5.88974E-06	2242.693321	6.568548636	341.4290501
5	72.5	127.5	3.735052786	1.317761951	95.30543729	25.51649006	0.397630399	1295.855754	3655.122785	0.004822506	1.46516E-08	5.35535E-05	3655.122838	6.89159753	530.3738099
10	85	160	3.627724535	1.288605602	115.4102527	31.81340028	0.417813273	1295.855754	4788.437021	0.00775562	3.78943E-08	0.000181454	4788.437203	7.095489283	674.8565197
25	97.5	177.5	3.415985493	1.228466029	128.4237312	37.59492874	0.457630399	1295.855754	6197.914612	0.011104747	7.76887E-08	0.000481508	6197.915094	7.535301484	822.5172022
50	110	200	3.255491248	1.180343185	143.4263963	44.0567599	0.487811038	1295.855754	7742.222256	0.015607725	1.53469E-07	0.001188189	7742.223445	7.906788437	979.186873
100	120	217.5	3.060283937	1.118507701	154.314869	50.42501683	0.524519403	1295.855754	9528.160568	0.020844591	2.73733E-07	0.002608173	9528.163176	8.411141283	1132.802655
500	150	260	2.713112236	0.998096402	184.5464898	68.02021951	0.589804384	1295.855754	14452.6499	0.039537836	9.84842E-07	0.014233584	14452.66413	9.487436685	1523.347624

b) Escurrimiento del río Portugal

Tabla 50. Morfometría de la cuenca del río Portugal con ápice en el poblado Jachampat Carmen Grande.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	1393,19
Perímetro (km):	197,93
Longitud cauce principal (km):	97,55
Ancho medio cuenca (km):	27,56
Pendiente media cuenca (%):	30,90
Elevación media (msnm):	1325,64
Altitud mínima (msnm):	280,00
Altitud máxima (msnm):	2897,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2617,00
Coficiente de forma (Kf):	0,55
Coficiente de compacidad (Kc):	1,48
Coficiente de masividad (Km):	0,95
Número de escurrimientos:	2801,00
Longitud de escurrimientos (km):	1958,79
Densidad de drenaje (km/km²):	1,41
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,01
Pendiente del cauce principal (%):	1,95
Sinuosidad del cauce principal:	2,70



► **Figura 32.** Perfil longitudinal del río Portugal correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Jachampat Carmen Grande.

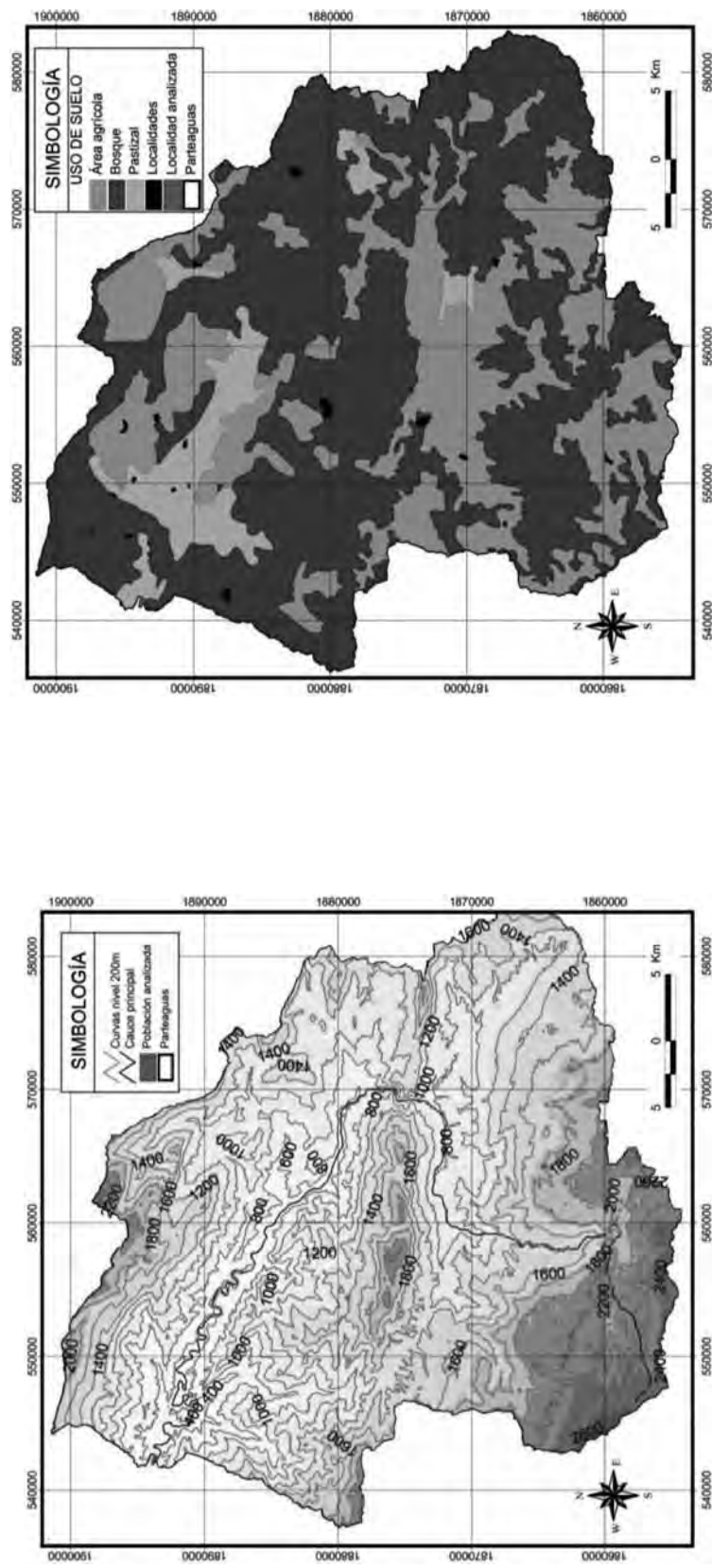


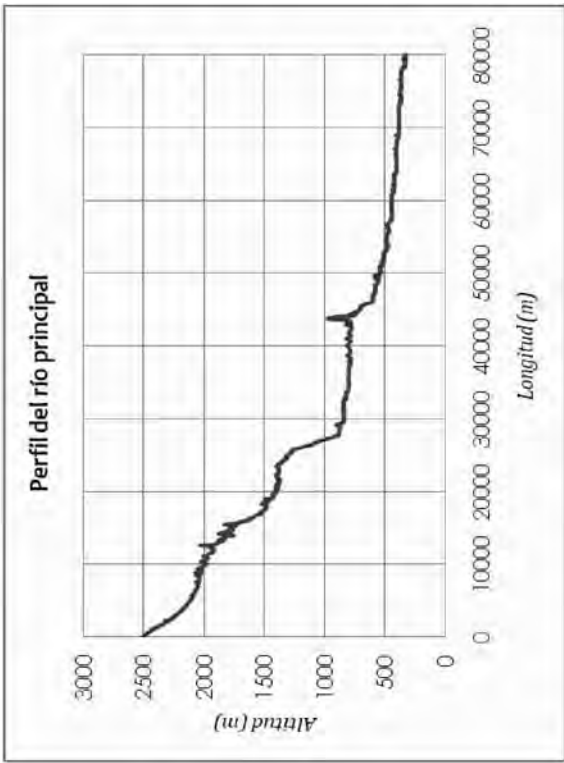
Tabla 51. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Portugal con ápice en Jachampat Carmen Grande. Población Portugal (17° 8'14.46"N, 92°38'4.04"O). A 8km al Este de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km ²)	(m ³ /s)	kg/m ²	adimensional	(m ³ /s)	(m ³ /s)	m/s	m ²
2	50	90	3.990690171	1.383964191	67.41901509	16.89407401	0.362987904	1393.188339	2375.096023	0.001908472	2.29463E-09	5.44996E-06	2375.096028	6.790176763	349.7841236
5	72.5	127.5	3.804151866	1.336093066	95.62267903	25.13639897	0.397438333	1393.188339	3869.25578	0.004506391	1.27938E-08	4.95023E-05	3869.25583	7.123136148	543.1955461
10	85	160	3.694906485	1.306955245	115.8432924	31.35215812	0.417614083	1393.188339	5071.041948	0.007254105	3.31519E-08	0.000168115	5071.042116	7.333742215	691.4671893
25	97.5	177.5	3.479270617	1.246822679	128.8858165	37.04391831	0.457438333	1393.188339	6563.025621	0.010383651	6.79267E-08	0.000445805	6563.026067	7.788267902	842.6810877
50	110	200	3.315890914	1.19872634	143.9469928	43.41125705	0.487611764	1393.188339	8198.438885	0.01459511	1.34201E-07	0.001100238	8198.439985	8.172009383	1003.234284
100	120	217.5	3.116561626	1.136730351	154.8739245	49.69384311	0.524424469	1393.188339	10093.46213	0.019499425	2.39543E-07	0.002417822	10093.46455	8.69467539	1160.878825
500	150	260	2.76344249	1.016477181	185.1826923	67.01159621	0.589639523	1393.188339	15303.51436	0.036963158	8.60753E-07	0.013172562	15303.52753	9.805701319	1560.676492

c) Escurrimiento del río Portugal

Tabla 52. Morfometría de la cuenca del río Portugal con ápice en el poblado Portugal.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	1423,56
Perímetro (km):	201,47
Longitud cauce principal (km):	103,35
Ancho medio cuenca (km):	26,37
Pendiente media cuenca (%):	30,80
Elevación media (msnm):	1311,63
Altitud mínima (msnm):	260,00
Altitud máxima (msnm):	2897,00
Desnivel altitudinal (msnm):	2637,00
Coficiente de forma (Kf):	0,49
Coficiente de compacidad (Kc):	1,50
Coficiente de masividad (Km):	0,92
Número de escurrimientos:	2858,00
Longitud de escurrimientos (km):	1997,99
Densidad de drenaje (km/km²):	1,40
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,01
Pendiente del cauce principal (%):	1,83
Sinuosidad del cauce principal:	2,73



► Figura 33. Perfil longitudinal del río Portugal correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Portugal.

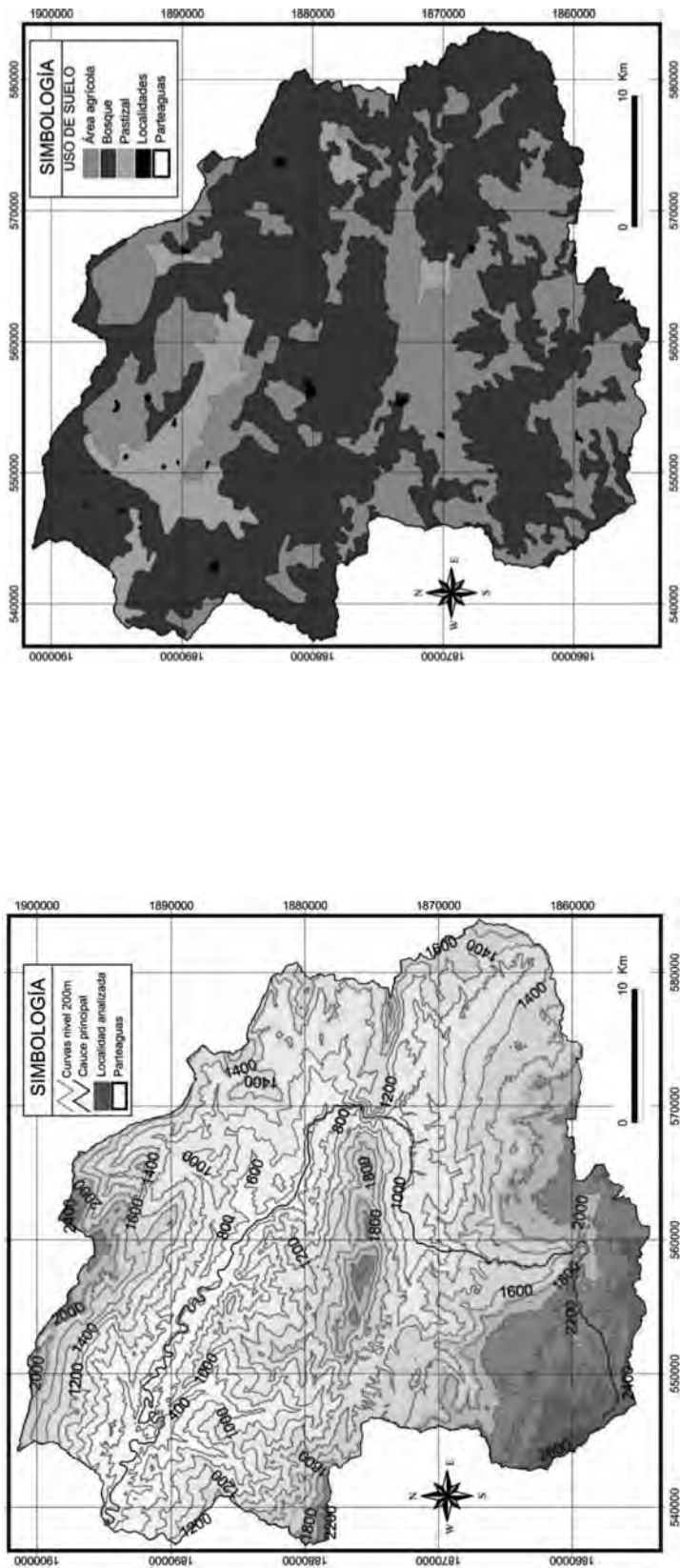
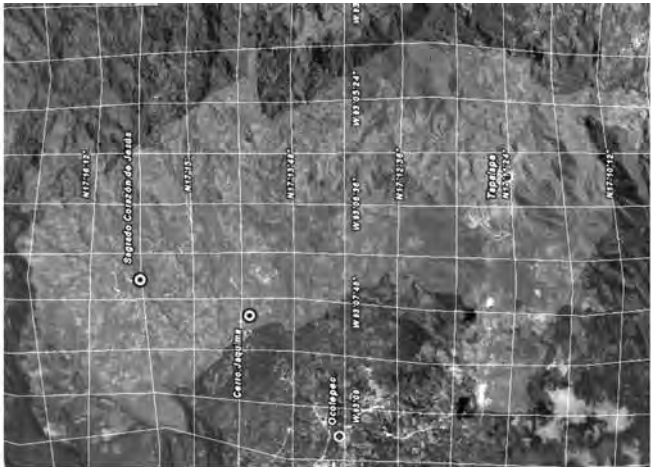


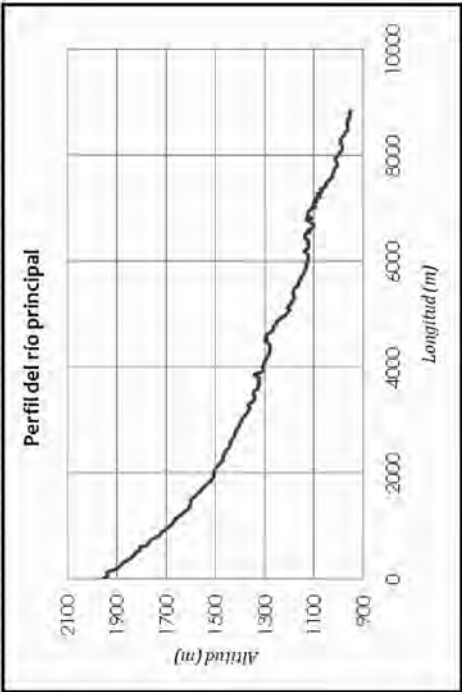
Tabla 53. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Grande con ápice en Esperanza Las Mercedes. Población Sal si Puedes (17° 7'1.48"N, 92°34'44.28"O). A 14.2 km al SE de la cabecera municipal.

Tr (años)	1 h hp(mm)	24 h hp(mm)	tc h	In tc	hp tc (mm)	i (mm/h)	C adimen- sional	A (km ²)	Qp (m ³ /s)	E kg/m ²	Cs adimen- sional	Qs (m ³ /s)	Qt (m ³ /s)	v m/s	A m ²
2	50	90	4,113	1,414	67,799	16,484	0,363	1423,559	2366,838	0,002	0,000	0,000	2366,838	6,980	339,088
5	72,5	127,5	3,921	1,366	96,145	24,522	0,397	1423,559	3855,312	0,004	0,000	0,000	3855,312	7,322	526,522
10	85	160	3,808	1,337	116,556	30,606	0,417	1423,559	5056,281	0,007	0,000	0,000	5056,281	7,539	670,714
25	97,5	177,5	3,586	1,277	129,647	36,153	0,457	1423,559	6542,433	0,010	0,000	0,000	6542,434	8,006	817,216
50	110	200	3,418	1,229	144,803	42,369	0,487	1423,559	8173,150	0,013	0,000	0,001	8173,151	8,400	972,982
100	120	217,5	3,212	1,167	155,800	48,504	0,524	1423,559	10064,023	0,018	0,000	0,002	10064,025	8,938	1126,013
500	150	260	2,848	1,047	186,229	65,384	0,590	1423,559	15254,007	0,034	0,000	0,011	15254,018	10,080	1513,353

Tapalapa
Escrupimiento del río Napac



► **Figura 34.** Municipio de Tapalapa con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial Población Cerro Jaquima (17°14'23.24"N, 93°8'2.10"O). A 6.4 km al NW de la cabecera municipal.



► **Figura 35.** Perfil longitudinal del río Napac correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Cerro Jaquima

Tabla 54. Morfometría de la cuenca del río Napac con ápice en el poblado Cerro Jaquima

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	31,42
Perímetro (km):	26,40
Longitud cauce principal (km):	8,84
Ancho medio cuenca (km):	4,60
Pendiente media cuenca (%):	48,00
Elevación media (msnm):	1574,57
Altitud mínima (msnm):	947,00
Altitud máxima (msnm):	2428,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1481,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,67
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,32
Coefficiente de masividad (Km):	50,11
Número de escurrimientos:	67,00
Longitud de escurrimientos (km):	36,90
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,17
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	2,13
Pendiente del cauce principal (%):	9,86
Sinuosidad del cauce principal:	1,37

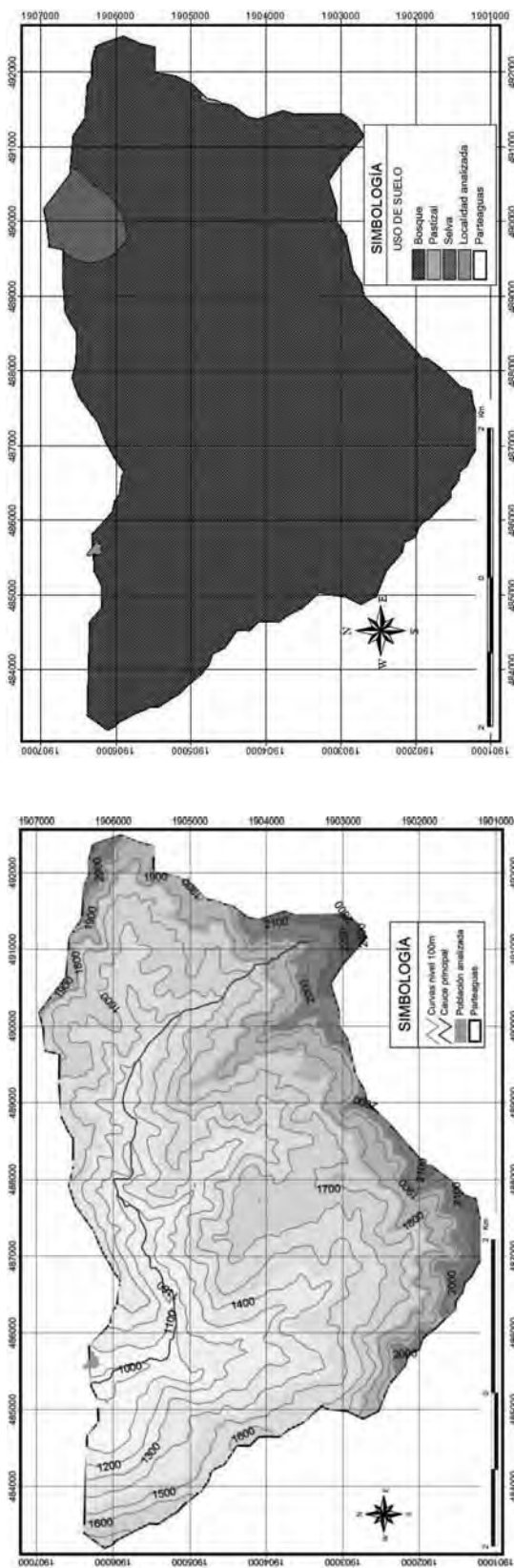


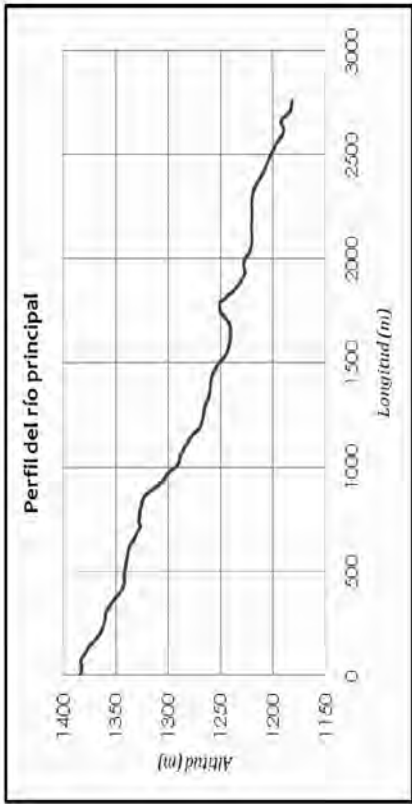
Tabla 55. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Napac con ápice en Cerro Jaquima. Población Sagrado Corazón de Jesús (17°15'38.66"N, 93° 7'32.26"O). A 8.24 km al NW de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen- sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen- sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	58	105	1.056471593	0.054934669	58.81242471	55.66872325	0.349503957	31.42332062	169.9652867	0.156818626	1.5493E-05	0.002633315	169.96792	2.324543231	73.11884666
5	76	135	1.000304464	0.000304418	76.00565146	75.9825175	0.389403949	31.42332062	258.4704522	0.304844653	5.85461E-05	0.015133314	258.4855856	2.455066409	105.2865962
10	85	155	0.972124766	-0.028271122	84.3772986	86.79677911	0.409422236	31.42332062	310.4358779	0.404881291	0.000103275	0.032063633	310.4679415	2.526233231	122.8975764
25	98	175.5	0.915842599	-0.087910764	95.85620868	104.6645011	0.449403949	31.42332062	410.8971834	0.603231174	0.000229249	0.09421951	410.9914029	2.681480302	153.270342
50	108	190	0.873585924	-0.135148787	104.5128972	119.6366543	0.479422236	31.42332062	501.047968	0.801686881	0.000404902	0.202957587	501.2509256	2.811187569	178.3057563
100	117	195	0.817278013	-0.201775956	112.0477476	137.0986932	0.519422236	31.42332062	622.0864265	1.070896572	0.000722496	0.449780084	622.5362066	3.004869639	207.1757785
500	142	248	0.732442071	-0.311371025	131.6146099	179.6928592	0.579687973	31.42332062	909.9593292	1.90143989	0.002277748	2.07739018	912.0367194	3.35291211	272.0133095

a) Esgurrimiento del río Blanca Rosa

Tabla 56. Morfometría de la cuenca del río Blanca Rosa con ápice en el poblado Sagrado Corazón de Jesús.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	5,45
Perímetro (km):	9,85
Longitud cauce principal (km):	2,75
Ancho medio cuenca (km):	1,87
Pendiente media cuenca (%):	34,20
Elevación media (msnm):	1404,22
Altitud mínima (msnm):	1181,00
Altitud máxima (msnm):	1701,00
Desnivel altitudinal (msnm):	520,00
Coficiente de forma (Kf):	0,64
Coficiente de compacidad (Kc):	1,18
Coficiente de masividad (Km):	257,68
Número de escurrimientos:	13,00
Longitud de escurrimientos (km):	9,06
Densidad de drenaje (km/km²):	1,66
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,39
Pendiente del cauce principal (%):	7,29
Sinuosidad del cauce principal:	1,20



► **Figura 36.** Perfil longitudinal del río Blanca Rosa correspondiente a una cuenca con ápice en el poblado de Sagrado Corazón de Jesús.

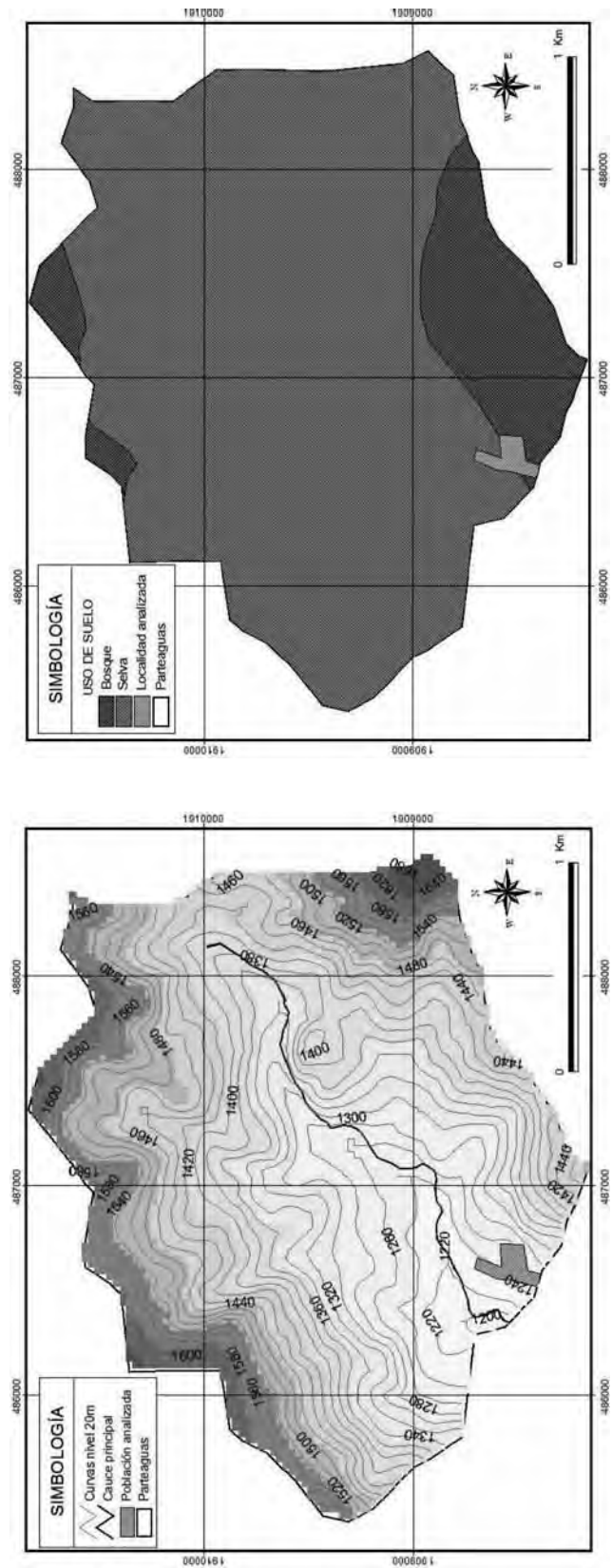
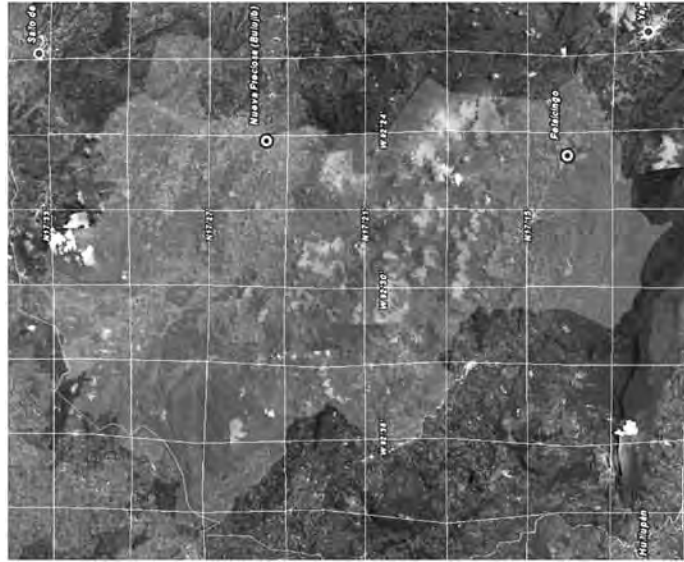
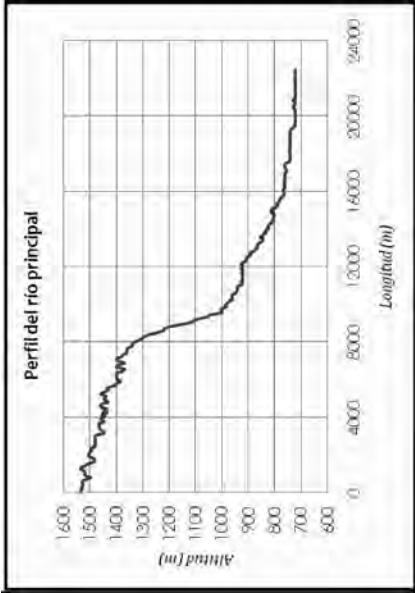


Tabla 57. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Blanca Rosa con ápice en Sagrado Corazón de Jesús

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimensional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	58	110	0.660326961	-0.41502017	51.20935075	77.55150666	0.349366816	5.44952048	41.04639086	0.185620065	2.17065E-05	0.000890994	41.04728185	1.158870345	35.42008133
5	77.5	141	0.625245675	-0.469610627	68.11681255	108.9440764	0.389245815	5.44952048	64.24371666	0.382936937	9.23836E-05	0.005935617	64.24965228	1.223892247	52.49616741
10	85	163	0.607637228	-0.49817724	72.77307535	119.7640171	0.40926239	5.44952048	74.25595296	0.468374952	0.000138206	0.01026406	74.26621702	1.259358871	58.97144865
25	98	186	0.572464078	-0.557805291	82.554426	144.2089192	0.449245815	5.44952048	98.14750111	0.695004662	0.00030431	0.029876341	98.17737745	1.336735985	73.44560076
50	108	200	0.546058699	-0.605028802	90.48530303	165.7061837	0.47926239	5.44952048	120.3137185	0.933381465	0.000548857	0.066071243	120.3797898	1.401375594	85.90116045
100	117	202	0.510870968	-0.67163823	99.03641204	193.8579764	0.51926239	5.44952048	152.5013289	1.3017658	0.001067594	0.162983557	152.6643124	1.497899433	101.9189333
500	147	250	0.45777004	-0.781388317	121.6753828	265.800232	0.579625394	5.44952048	233.4026833	2.539129203	0.004061722	0.951882999	234.3545663	1.67165447	140.1931861



► **Figura 37.** Municipio de Tila con los puntos (círculos amarillos) sobre los cuales se calculó el escurrimiento superficial. Población Petalcingo (17°13'31.85"N, 92°24'51.17"O). A 8.6 km al Sur de la cabecera municipal. Afectada por dos ríos.



► **Figura 38.** Perfil longitudinal del río Grande correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Petalcingo.

Tabla 58. Morfometría de la cuenca del río Grande con ápice en el poblado de Petalcingo.

Morfometría	Resultado
Área (km ²):	5,45
Perímetro (km):	9,85
Longitud cauce principal (km):	2,75
Ancho medio cuenca (km):	1,87
Pendiente media cuenca (%):	34,20
Elevación media (msnm):	1404,22
Altitud mínima (msnm):	1181,00
Altitud máxima (msnm):	1701,00
Desnivel altitudinal (msnm):	520,00
Coefficiente de forma (Kf):	0,64
Coefficiente de compacidad (Kc):	1,18
Coefficiente de masividad (Km):	257,68
Número de escurrimientos:	13,00
Longitud de escurrimientos (km):	9,06
Densidad de drenaje (km/km ²):	1,66
Densidad de corrientes (corrientes/km ²):	2,39
Pendiente del cauce principal (%):	7,29
Sinuosidad del cauce principal:	1,20

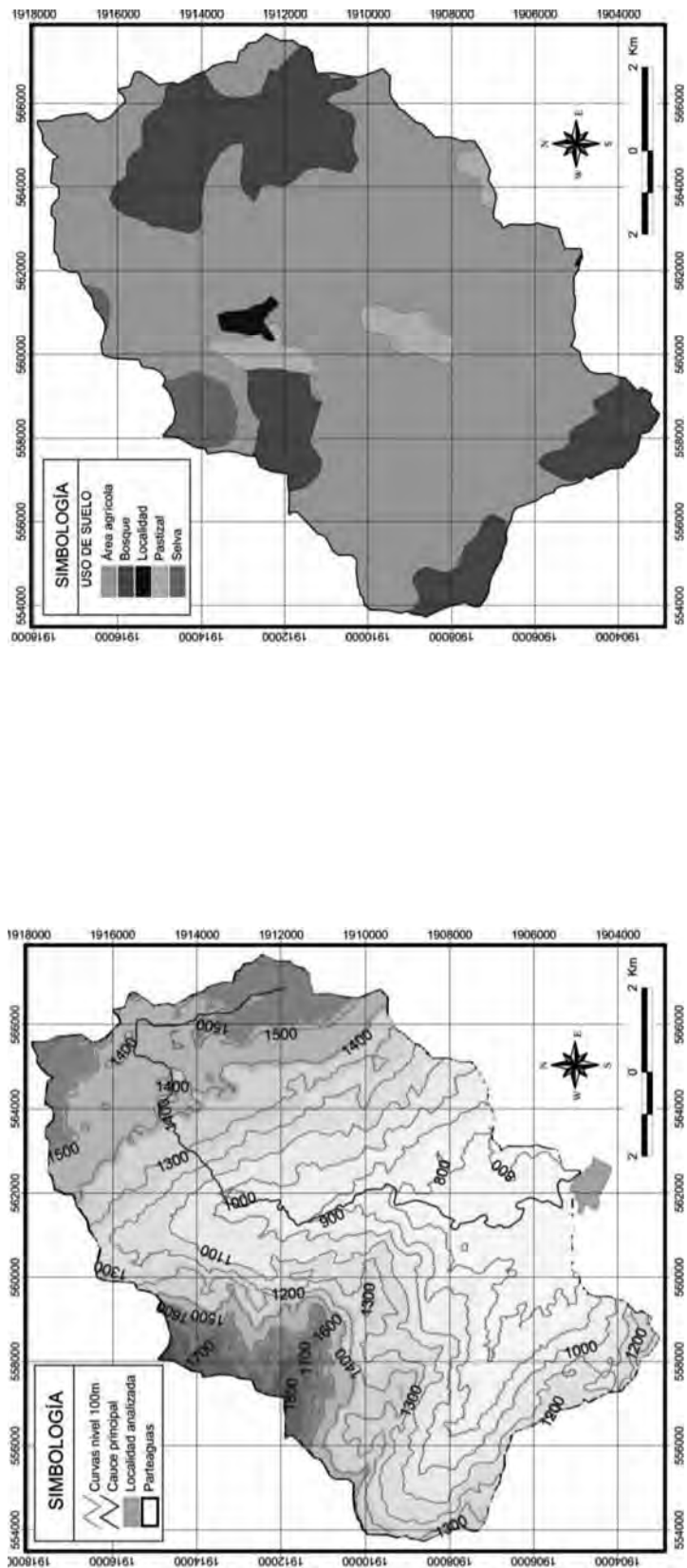


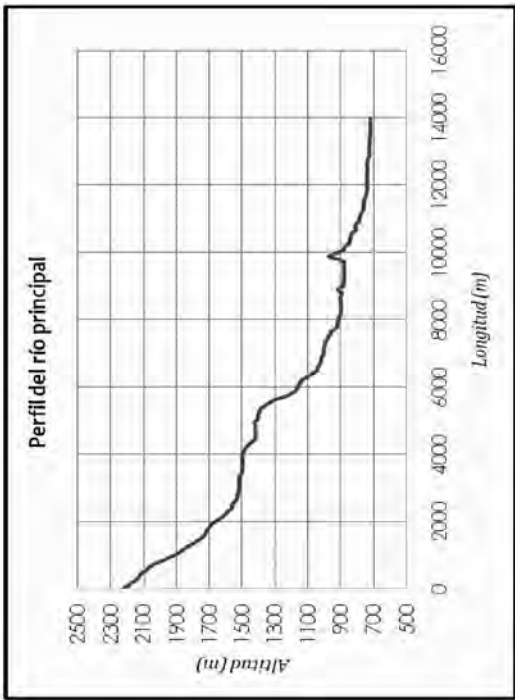
Tabla 59. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Grande con ápice en Petalcingo.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimensional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimensional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	112.5	2.166182743	0.772966514	65.20125514	30.09960972	0.344209686	115.3370943	332.1985563	0.012037992	9.12953E-08	3.03282E-05	332.1985966	2.887539802	115.0455472
5	74	160	2.057418962	0.721452266	93.52292132	45.45643015	0.382157829	115.3370943	556.9957601	0.029184924	5.36609E-07	0.000298889	556.996059	3.040187247	183.211103
10	80	190	1.999071195	0.69268267	103.9753943	52.01185159	0.402515612	115.3370943	671.2724846	0.0389497	9.5576E-07	0.000641576	671.2731262	3.128922524	214.5381105
25	100	210	1.885451999	0.634167579	121.9500479	64.6794763	0.442157829	115.3370943	916.9752548	0.06208452	2.42833E-06	0.0022226721	916.9774815	3.317474479	276.4083001
50	115	245	1.798443072	0.58692133	139.0083325	77.29370735	0.472515612	115.3370943	1171.046397	0.090823843	5.19685E-06	0.006085786	1171.052483	3.477974359	336.7053239
100	130	270	1.68379843	0.521052212	152.9534531	90.83833931	0.512515612	115.3370943	1492.760335	0.128149768	1.03461E-05	0.015444391	1492.77578	3.714778905	401.8478132
500	150	320	1.502267259	0.406975473	171.7698737	114.3404229	0.575852605	115.3370943	2111.178389	0.20914785	2.7558E-05	0.058181412	2111.23657	4.163665855	507.0619603

a) Esgurrimiento del río Agua de Luna

Tabla 60. Morfometría de la cuenca del río Agua de Luna con ápice en el poblado de Petalcingo.

Morfometría	Resultado
Área (km²):	115,34
Perímetro (km):	51,23
Longitud cauce principal (km):	22,52
Ancho medio cuenca (km):	8,63
Pendiente media cuenca (%):	23,10
Elevación media (msnm):	1175,89
Altitud mínima (msnm):	720,00
Altitud máxima (msnm):	1910,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1190,00
Coficiente de forma (Kf):	0,65
Coficiente de compacidad (Kc):	1,34
Coficiente de masividad (Km):	10,20
Número de escurrimientos:	232,00
Longitud de escurrimientos (km):	167,23
Densidad de drenaje (km/km²):	1,45
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	2,01
Pendiente del cauce principal (%):	4,61
Sinuosidad del cauce principal:	2,72



► **Figura 39.** Perfil longitudinal del río Agua de Luna correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Petalcingo.

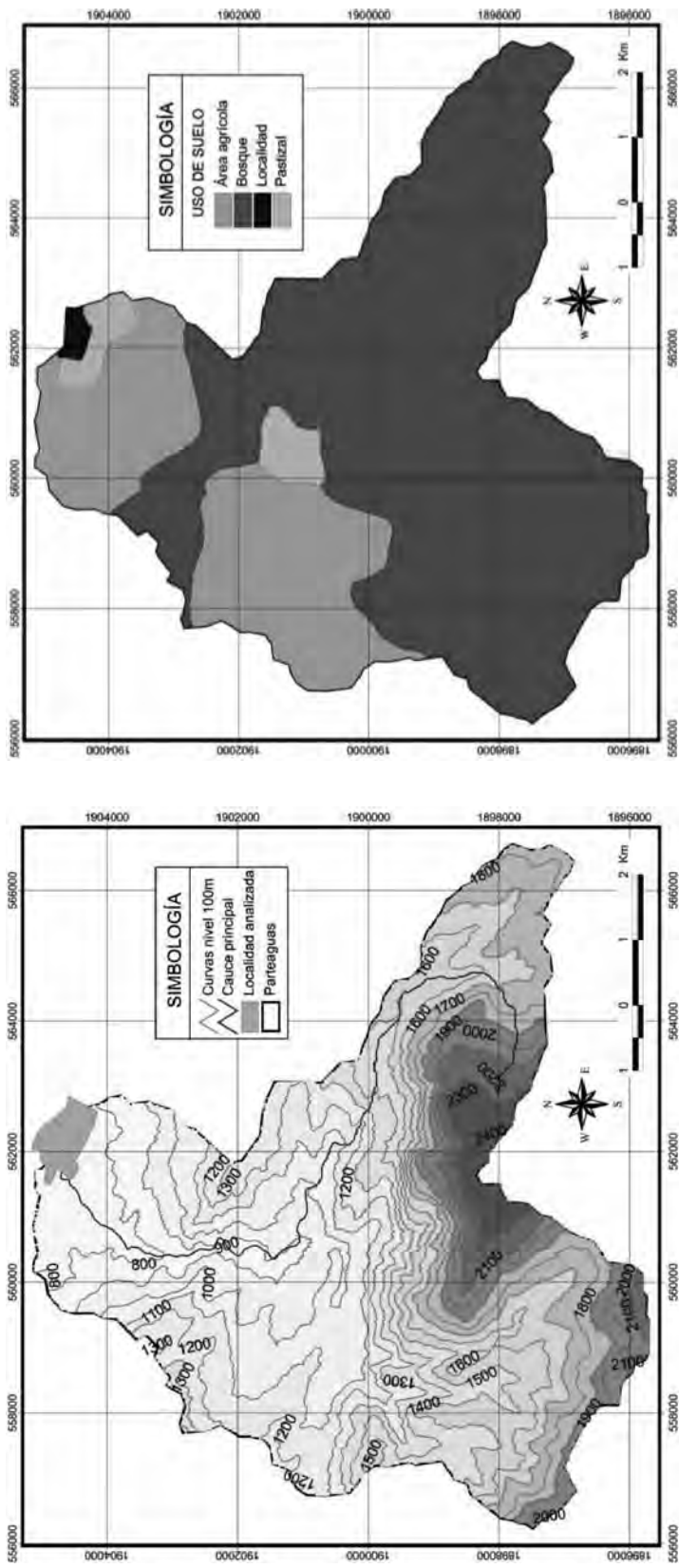


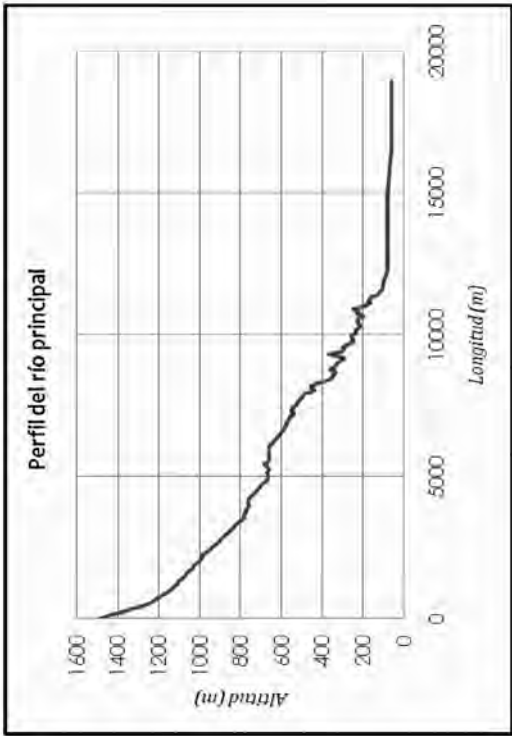
Tabla 61. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Agua de Luna con ápice en Petalcingo. Población Nueva Preciosa (Bulujib) (17°24'51.72"N, 92°24'10.37"O). A 13 km al Norte de la cabecera municipal.

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hptc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	105	1.40764583	0.341918685	55.91730936	39.72399034	0.348845174	49.85145632	192.047312	0.160959833	1.63221E-05	0.003134663	192.0504467	2.824222876	68.00116531
5	70	150	1.335016115	0.288943363	77.27346681	57.88204796	0.387602197	49.85145632	310.922939	0.360605508	8.19229E-05	0.025473792	310.9484128	2.977870836	104.4197112
10	80	177.5	1.297352113	0.260325351	87.9865613	67.82010868	0.407700645	49.85145632	383.1973752	0.505963974	0.00016128	0.061811931	383.2591872	3.06432272	125.0714178
25	100	215	1.222577578	0.200961399	107.2719224	87.74242579	0.447602197	49.85145632	544.2826518	0.876533754	0.000484036	0.263580086	544.5462319	3.251740934	167.4629815
50	112.5	230	1.16617382	0.15372815	118.1836852	101.343113	0.477700645	49.85145632	670.9230525	1.19146682	0.000894344	0.600572927	671.5236254	3.409016296	196.9845748
100	130	255	1.091214795	0.087291566	133.4333735	122.2796594	0.517700645	49.85145632	877.3150354	1.776605946	0.001988487	1.748005493	879.0630409	3.643192499	241.2892103
500	150	300	0.976195094	-0.024092821	148.8628502	152.4929301	0.579078018	49.85145632	1223.797142	2.839799783	0.005080612	6.249388634	1230.04653	4.072449841	302.0409282

b) Escurrimiento del río Chicomoutic

Tabla 62. Morfometría de la cuenca del río Chicomoutic con ápice en el poblado de Nueva Preciosa (Bulujib).

Morfometría	Resultado
Área (km²):	137,16
Perímetro (km):	64,17
Longitud cauce principal (km):	19,10
Ancho medio cuenca (km):	10,02
Pendiente media cuenca (%):	30,20
Elevación media (msnm):	638,28
Altitud mínima (msnm):	56,00
Altitud máxima (msnm):	1934,00
Desnivel altitudinal (msnm):	1878,00
Coficiente de forma (Kf):	0,73
Coficiente de compacidad (Kc):	1,53
Coficiente de masividad (Km):	4,65
Número de escurrimientos:	246,00
Longitud de escurrimientos (km):	234,33
Densidad de drenaje (km/km²):	1,71
Densidad de corrientes (corrientes/km²):	1,79
Pendiente del cauce principal (%):	6,59
Sinuosidad del cauce principal:	1,46



► **Figura 40.** Perfil longitudinal del río Chicomoutic correspondiente a cuenca con ápice en el poblado de Nueva Preciosa (Bulujib).

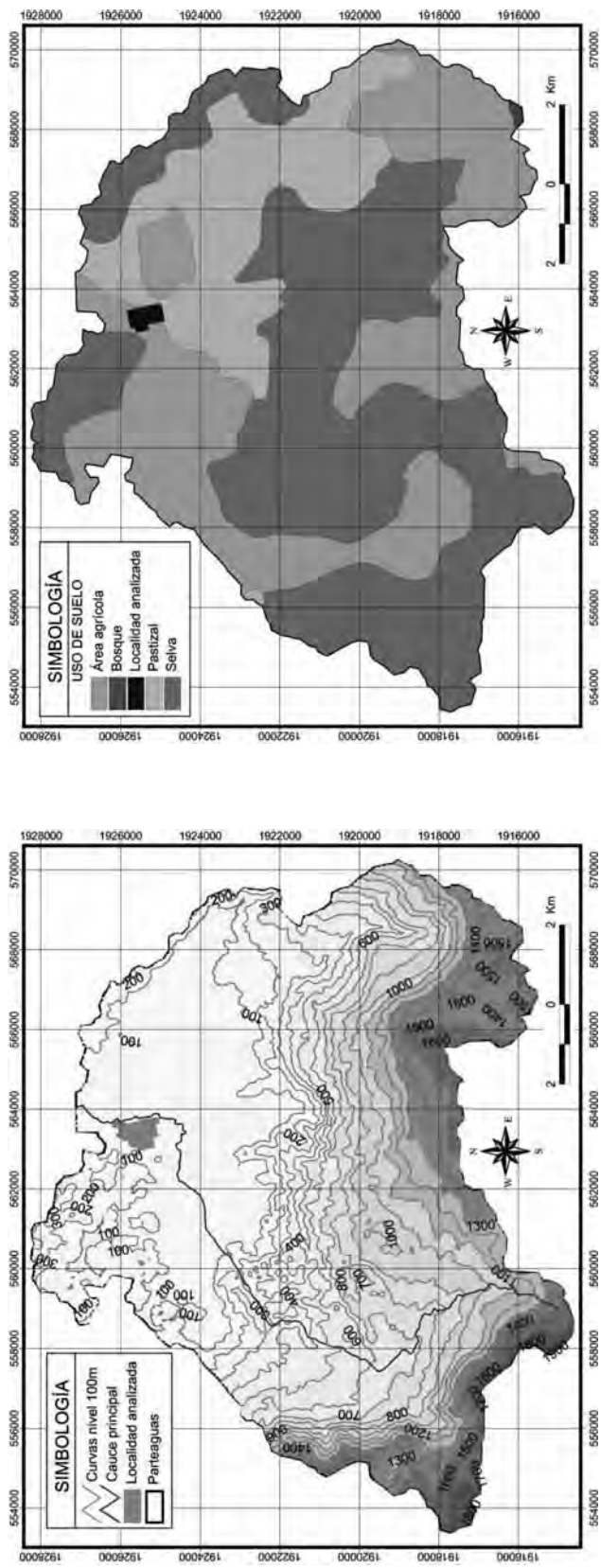


Tabla 63. Hoja de cálculo del escurrimiento superficial para cuenca del río Chicomoutic con ápice en Nueva Preciosa (Bulujib).

Tr	1 h	24 h	tc	ln tc	hp tc	i	C	A	Qp	E	Cs	Qs	Qt	v	A
(años)	hp(mm)	hp(mm)	hrs		(mm)	(mm/h)	adimen-sional	(km²)	(m³/s)	kg/m²	adimen-sional	(m³/s)	(m³/s)	m/s	m²
2	50	120	1.813640966	0.595336408	63.11291463	34.79901249	0.348822262	137.1573882	462.8445095	0.078153742	3.84804E-06	0.001781053	462.8462906	2.975637243	158.2035817
5	75	167.5	1.734975164	0.550993099	91.03712974	52.47171927	0.381404234	137.1573882	763.0883208	0.188602805	2.24097E-05	0.017100995	763.1054218	3.058289056	249.5203717
10	80	202.5	1.685628481	0.52213848	100.1261423	59.39988764	0.40184275	137.1573882	910.1348896	0.245918185	3.80997E-05	0.03467721	910.1695668	3.147820304	289.1427969
25	100	235	1.590111369	0.463804057	119.7018525	75.27891116	0.441404234	137.1573882	1266.991863	0.407926989	0.000104835	0.132838752	1267.124702	3.336908131	379.7301731
50	115	260	1.51666579	0.416514366	134.0036375	88.35409782	0.471824083	137.1573882	1589.537593	0.574003416	0.000207572	0.330012556	1589.867605	3.498500192	454.4426235
100	135	280	1.426488613	0.355215909	151.2068705	105.9993533	0.509173861	137.1573882	2057.94289	0.84590826	0.000450803	0.928145845	2058.871036	3.719662047	553.5102409
500	150	325	1.249720258	0.222919733	162.2751078	129.8491456	0.58238816	137.1573882	2883.471322	1.302408995	0.00106865	3.084716927	2886.556039	4.245794626	679.8623798

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados alcanzados. En las columnas 5 y 6 se indica el área hidráulica requerida por el escurrimiento superficial para los dos mayores periodos de retorno (Tr) considerados en el cálculo (100 y 500 años). En la columna 7 se presenta el ancho del cauce obtenido con base a una imagen de satélite. Las columnas 8 y 9 representan la profundidad necesaria para dar salida al escurrimiento superficial, suponiendo una sección hidráulica rectangular. Finalmente en las columnas 10 y 11 se indican el nivel de riesgo y su justificación, respectivamente.

Como podrá observarse las poblaciones de riesgo muy alto son: Xochimilco (río San José); Guadalupe Victoria (río Susnubac); Ixhuatan (río San José); Sabanilla (río Sabanilla); Esperanza Las Mercedes (río Grande); Jachampat Carmen Grande (río Portugal); Portugal (río Portugal); Petalcingo (río Agua de Luna) y Nueva Preciosa (río Chicomoutic).

La mayor parte de los poblados analizados con algún nivel de riesgo, se encuentran a menos de 10 m por arriba del nivel normal del río, y a una distancia horizontal de 0 a 20 m con respecto a uno de los bordos del cuerpo de agua.

Municipio	Localidad	Ríos	Área de Cuenca Km2	Área requerida		Ancho crítico	Prof. Req. Aprox.		Nivel de riesgo	Observación
				Tr = 100	Tr = 500		Tr = 100	Tr = 500		
Ostuacán	Ostuacán	Magdalena	338,29	461,13	632,3	188	2	3	Riesgo alto	La ciudad se ubica sobre una terraza fluvial del río Magdalena y cono aluvial del río Supiac. El desnivel de la ciudad con respecto a ambos cuerpos de agua es menor a 5 m.
		Supiac	14,81	78,85	106,69	9	9	12	Riesgo alto	
	Xochimilco	Magdalena	314,54	482,99	661,67	540	1	1	Sin riesgo	El poblado se encuentra 180 m alejado del río Magdalena, con un desnivel de aprox. 15 m
		San José	18,59	106,15	142,77	8	13	18	Riesgo muy alto	El río cruza por en medio al poblado. Y el área hidráulica requerida es muy grande.
Francisco León	Naranjo	Magdalena	84,04	238,82	314,73	50	5	6	Sin riesgo	El poblado se encuentra 60 m por arriba del cauce.
		Suspac	10,48	78,39	104,63	14	6	7	Riesgo medio	El poblado se encuentra próximo al río y con bajo desnivel.
	San José Maspac	Maspac	8,34	90,29	115,02	14	6	8	Riesgo alto	El poblado se localiza en el fondo del barranco, invadiendo algunos sectores del cauce.
	Carrizal	Opac	16,36	123,57	157,02	23	5	7	Riesgo bajo	La distancia más corta entre el asentamiento rural y el río es de 35 m, con un desnivel de aprox. 6 m.
	Adolfo López Mateos	Blanco	78,96	254,5	328,42	24	11	14	Riesgo alto	Se comienza a invadir el bordo derecho del cauce.
		Amatán	115,96	358,95	470,39	49	7	10	Sin riesgo	El poblado se encuentra 25 m por arriba del cauce.
Chapultenango	San Lorenzo	Escalón	27,21	183,21	240,33	11	17	22	Sin riesgo	El poblado se encuentra 80 m por arriba del cauce.
	Buenos Aires	Grande	45,8	239,37	327,62	18	13	18	Riesgo medio	La población se ubica a 50 m de distancia del punto mas cercano del cauce. Sin embargo, el área hidráulica requerida es muy grande.
	Rancho Gpe Victoria	Susnubac	36,75	218,2	284,92	22	10	13	Riesgo medio	El poblado se encuentra 10 m por encima del cauce, sin embargo, el área requerida es grande.
	Gpe Victoria	Susnubac	20,09	164,86	208,61	20	8	10	Riesgo muy alto	El poblado se encuentra alineado paralelo al río, y con desnivel de sólo algunos metros (<5)
Huitiupán	Huitiupán	Cuculho	267,85	620,59	725,18	55	11	13	Sin riesgo	Sin afectación, el poblado se encuentra 60 m por arriba del cauce.
	La Competencia	San Pedro	225,35	552,13	722,86	31	18	23	Sin riesgo	Sin afectación, el poblado se encuentra 60 m por arriba del cauce.

3.Resultado análisis hidrológico

Municipio	Localidad	Ríos	Área de Cuenca Km ²	Área requerida		Ancho crítico	Prof. Req. Aprox		Nivel de riesgo	Observación
				Tr = 100	Tr = 500		Tr = 100	Tr = 500		
Ixhuatán	Ixhuatán	San José	118,68	558,69	778,71	41	14	19	Riesgo muy alto	El poblado se localiza alineado de forma paralela al río, sobre una terraza fluvial, con presencia de cuerpos inestables aguas arriba y aguas abajo del poblado. Estos cuerpos inestables pueden provocar taponamientos cuya ruptura incrementarían el riesgo de inundación. El desnivel del poblado con respecto al margen del río es menor a 5 m.
Sabanilla	Doce de Octubre	Sabanilla	115,25	515,94	648,21	30	17	22	Riesgo medio	El poblado inicia a invadir el margen derecho del cauce.
	Santa Anita	Sabanilla	153,99	587,51	739,32	60	10	12	Sin riesgo	El poblado se encuentra 30 m por arriba del bordo del río y una distancia de 200 m
	Sabanilla	Sabanilla	236,13	778,1	982,31	45	17	22	Riesgo muy alto	El límite de la ciudad se encuentra sobre el bordo izquierdo del cauce. Hay invasión del cauce.
Simojovel	Esperanza Las Mercedes	Grande	1134,09	1086,7	1462,62	50	22	29	Riesgo muy alto	Desnivel de 5 m. El poblado se distribuye paralelo al río.
	Sal si Puedes	Portugal	1295,86	1132,8	1523,35	55	21	28	Riesgo medio	El límite SE del poblado coincide con bordo izquierdo del río. Desnivel de 10 m.
	Jachampat Car-men Grande	Portugal	1393,19	1160,88	1560,68	67	17	23	Riesgo muy alto	El límite S del poblado coincide con bordo derecho del río. El poblado se encuentra a escasos 2 m encima del nivel normal del río.
Tapalapa	Portugal	Portugal	1423,56	1126,01	1513,35	70	16	22	Riesgo muy alto	El poblado se encuentra a escasos 5 m por encima del nivel normal del río.
	Cerro Jaquima	Napac	31,42	207,18	272,01	15	14	18	Sin riesgo	El poblado se encuentra alejado del río, y a un desnivel de 40 m.
	Sagrado Corazón de Jesús	Blanca Rosa	5,45	101,92	140,19	12	8	12	Sin riesgo	El poblado se encuentra alejado del río, y a un desnivel de 40 m.
Tila	Petalcingo	Grande	115,34	401,85	507,06	25	16	20	Riesgo alto	Riesgo en sector norte de la ciudad.
		Agua de Luna	49,85	241,29	302,04	23	10	13	Riesgo muy alto	La ciudad es cortada por este río. La mancha urbana se encuentra invadiendo el cauce por ambos bordos.
	Nueva Preciosa (Bulujib)	Chicomou-tic	137,16	553,51	679,86	35	16	19	Riesgo muy alto	La ciudad comienza a invadir el bordo izquierdo del cauce y el área hidráulica requerida es muy grande.

» Conclusiones y recomendaciones

El nivel de riesgo de inundación aquí considerado es cualitativo. Para poder cuantificarlo se requiere medir el área hidráulica real y compararla con la requerida por el escurrimiento superficial calculado.

Para la medición del área real se requieren, en algunos casos, de levantamientos batimétricos, pues se trata de grandes cuerpos de agua.

Las localidades que no presentan afectación por inundaciones fluviales son: Naranjo con el río Magdalena, Cerro Blanco con el río Amatán, San Lorenzo con el río Escalón, Huitiupán con el río Cuculho, La Competencia con el río San Pedro, Santa Anita con el río Sabanilla, Cerro Jaquima con el río Napac, y Sagrado Corazón de Jesús con el río Blanca Rosa. El resto presentan riesgo de inundación con nivel de medio a muy alto.

Se recomienda la implementación de planes de desarrollo urbano y rural, que prohíban el crecimiento de los asentamientos humanos sobre márgenes de ríos. Los poblados que demandan esta reglamentación son los catalogados con riesgo muy alto. Debido a que los poblados de Ostucán y Xochimilco se encuentran aproximadamente a 10 km al sureste de la presa de Peñitas, existe la posibilidad de que el riesgo de inundación se vea incrementado por el remanso que ocasionaría la presa en caso de lluvias extraordinarias.

Finalmente, se recomienda implementar la colocación de estaciones meteorológicas en los municipios con mayor número de poblaciones amenazadas, para establecer con mayor detalle tanto el mapa de isoyetas que representa la distribución espacial de la precipitación.

Bibliografía

- ▶ Aparicio, Francisco Javier. *Fundamentos de hidrología de superficie*. Editorial Limusa. México, 2007. 304 p.
- ▶ Becerra, Beatriz., *Aplicación de SIG para evaluar el riesgo de inundaciones en La Piedad Michoacán*. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología UMSNH, Morelia Mich., 2007.
- ▶ Cenapred, (2004), *Secretaría de Gobernación, Inundaciones*, serie fascículos, 1ª edición octubre 2004, México, D.F., 53 pp.
- ▶ Cenapred, (2006), Secretaría de Gobernación. *Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos*. Serie: Atlas nacional de riesgos. 1ª edición, noviembre 2006. Pág. 485.
- ▶ Chow, Ven Te., Maidment, David R., Mays, Larry W., (1994). *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill, Colombia, enero del 2000. Pág. 511.
- ▶ Clérici, C y Garcia Préchac, F. *Aplicaciones del modelo USLE/RUSLE para estimar pérdidas de suelo por erosión en Uruguay y la región sur de la cuenca del río de La Plata*. Agrociencia (2001) vol. V, N° 1 pág. 92-103.
- ▶ Concha, E. Gilberto. *Caracterización y evaluación de la Cuenca Alta del río Santa Rosa*. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, FICT. Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- ▶ Farías, de Reyes, Marina, (2005). *Apuntes de hidrología Módulo II: Análisis hidrológico*. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Agosto, 2005, 30 pp.
- ▶ Monsalve, Germán (1999). *Hidrología en la ingeniería*, Editorial Alfaomega, 2ª edición, México D.F., 1999, 382 pp.
- ▶ OMM/UNESCO, (1974), *Glosario hidrológico internacional*, WMO/OMM/BMO, Núm. 385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.
- ▶ González, Sofía, (2009). *Introducción al riesgo de inundaciones. Curso de formación de inspectores: La inspección y la evaluación de daños en edificios por inundaciones*. Septiembre del 2009.
- ▶ Sánchez F., Javier. *Hidrología superficial (I): Medidas y tratamientos de los datos*. Depto. Geología- Univ. Salamanca (España), <http://web.usal.es/~javisan/hidro>, 6 pp.
- ▶ Sánchez F., Javier, *Hidrología superficial (II): Hidrogramas*. Depto. Geología- Univ. Salamanca (España), pp 5, <http://web.usal.es/~javisan/hidro>.
- ▶ Sánchez F. Javier. *Hidrología superficial (III): relación precipitación-escorrentía*. Depto. Geología- Univ. Salamanca (España). 17 pp., <http://web.usal.es/~javisan/hidro>.
- ▶ Sánchez F., Javier, *Precipitaciones*. Depto. Geología- Univ. Salamanca (España), junio 2008, pp 5. <http://web.usal.es/~javisan/hidro>.
- ▶ Universidad de Oriente, San Miguel, El Salvador, centro América. Aspectos hidrológicos, capítulo V, pág. 101-113.



Cálculo del escurrimiento superficial y sección hidráulica requerida en sitios urbanos susceptibles de inundación. Municipios de: Ostuacán, Francisco de León, Amatán, Chapultenango, Huitiupán, Ixhuatán, Sabanilla, Simojovel, Tapalpa y Tila, Chiapas.

Editado por la Unidad de Apoyo Editorial, se terminó de imprimir 13 de enero del 2014 en los talleres de *Impretei S. A. de C.V.* con domicilio en Almería No.17, C.P. 03410 México, D.F. El tiro consta de 100 ejemplares impresos sobre papel couche de 150 grs. e impresión digital. Para su composición se utilizaron los tipos Minion Pro, Myriad Pro y Symbol.



La serie Monografías del Instituto de Geofísica, evalúa el progreso global en el campo de todas las disciplinas de las Geociencias, así como sus avances recientes. También alienta las contribuciones concernientes a la Pedagogía, Filosofía y evaluación de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Tierra.

