



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA DETERMINAR EL ANCHO DE ZONA FEDERAL CORRESPONDIENTE A LOS ARROYOS EL NEGRO, PLAN DE GUADALUPE Y SUS AFLUENTES, UBICADOS EN EL PREDIO “D” DE LA TERCERA SECCIÓN DE LA HACIENDA SAYAVEDRA, CONOCIDA COMO RANCHO SAN JUAN, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, ESTADO DE MÉXICO.

### T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

**PRESENTA:**

JORGE RAMÍREZ SÁMANO

ASESOR:

ING. VALENTE TORRES ORTIZ

MÉXICO 2012.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

	Página.
<b>INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
<b>I.- ANTECEDENTES.</b>	<b>4</b>
<b>II.- CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.</b>	<b>5</b>
II.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA ARROYO EL NEGRO.	6
II.1.1.- Área.	6
II.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA ARROYO PLAN DE GUADALUPE.	6
II.2.1.- Área.	6
II.3.- LONGITUD Y PENDIENTE DE LOS CAUCES.	7
II.3.1.- Longitud y pendiente del Arroyo El Negro y sus afluentes.	8
II.3.2.- Longitud y pendiente del Arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.	22
II.4.- EDAFOLOGÍA.	38
II.4.1.- Edafología del arroyo El Negro y sus afluentes.	38
II.4.2.- Edafología del arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.	41
II.5.- COBERTURA VEGETAL.	44
II.5.1.- Cobertura vegetal Arroyo El Negro y sus afluentes.	44
II.5.2.- Cobertura vegetal Arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.	44
<b>III.- DETERMINACIÓN DEL ESCURRIMIENTO.</b>	<b>42</b>
III.1.- DETERMINACIÓN DEL ESCURRIMIENTO ARROYO EL NEGRO Y SUS AFLUENTES.	45
III.2.- DETERMINACIÓN DEL ESCURRIMIENTO ARROYO PLAN DE GUADALUPE Y SUS AFLUENTES.	50

	Página.
<b>IV.- MÉTODOS PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.</b>	<b>54</b>
IV.1.- MÉTODO DE ROWE.	54
IV.2.-MÉTODO DE KIRPICH.	54
IV.3.-MÉTODO DEL SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (SCS).	55
<b>V.- CÁLCULO DE LA LLUVIA MEDIA DE DISEÑO.</b>	<b>57</b>
<b>VI.- DETERMINACIÓN DEL GASTO MAXIMO.</b>	<b>63</b>
VI.1.- MÉTODO RACIONAL AMERICANO.	63
VI.2.- MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR.	67
VI.3.- MÉTODO DE VEN TE CHOW.	70
VI.4.- RESUMEN DE LOS GASTOS MÁXIMOS OBTENIDOS CON LOS 3 MÉTODOS EMPLEADOS.	76
<b>VII.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.</b>	<b>78</b>
VII.1.- PROGRAMA DE SIMULACIÓN HIDROLÓGICA HEC-RAS.	79
<b>VIII.- CONCLUSIONES.</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>93</b>

## INTRODUCCION.

La Ley de Aguas Nacionales, señala que para poder ocupar o aprovechar vasos, cauces, canales, zonas federales, zonas de protección es necesario contar con una concesión. Por lo tanto establecer la delimitación de la zona federal es fundamental para las concesiones por uso y aprovechamiento o para las asignaciones a estados y municipios. La delimitación de la zona federal otorga seguridad jurídica a los usuarios de los cauces.

La misma ley establece en su artículo 3, fracción XLVII, "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad; que zona federal son las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional. Estas zonas se delimitan con trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal.

Es así que para la realización de este estudio es necesario conocer algunas definiciones y procesos que interviene en el presente estudio hidrológico y una de estas definiciones es la de Hidrología.

“La Hidrología es la rama de la Hidráulica encargada del estudio de los procesos de circulación, concurrencia y distribución del agua sobre la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas así como su interacción con el medio ambiente. El análisis hidrológico es pues, el primer paso fundamental en la planeación, diseño y operación de proyectos hidráulicos”.

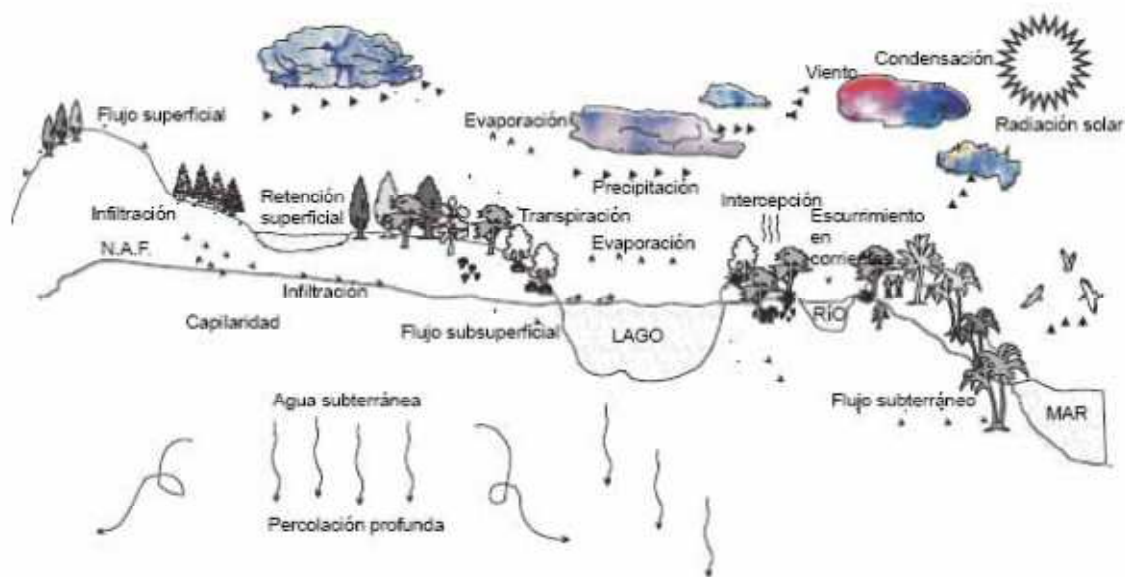
Es así que; la hidrología trata con un aspecto importante y vital del medio ambiente, que es el agua, por lo anterior es esencial para el estudio del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y el diseño de obras de defensa. El estudio hidrológico requiere del apoyo de algunas ciencias en las que se apoya y son básicamente la geografía física, la meteorología, la geología, las matemáticas y la estadística, también se encuentra relación con disciplinas como la física, química, biología, investigación de operaciones y otras.

Un parte importante del estudio hidrológico es la recolección y análisis de datos. Con frecuencia es necesario partir de un conjunto de hechos observados y, mediante un análisis empírico, establecer las normas sistemáticas que gobiernan tales hechos. Por ello, la mayoría de los países del mundo disponen de una o más agencias gubernamentales que tienen la responsabilidad de

recolectar y difundir datos hidrológicos. En México, los organismos encargados de esta recolección y de su publicación en forma de boletines hidrométricos y climatológicos son la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Generalmente, cada problema hidrológico es único en cuanto trata con un conjunto diferente de condiciones físicas dentro de una cuenca hidrológica específica.

Los inicios de la hidrología se vinculan, por una parte, a las primeras obras de ingeniería de la antigüedad que servían para abastecer de agua a las ciudades o para regar campos de cultivo y, por otra, a los intentos de eminentes eruditos por comprender el medio físico que rodea al hombre. Entre los conceptos básicos de la hidrología, el ciclo hidrológico puede considerarse fundamental. El ciclo hidrológico se refiere a los procesos por los que pasa el agua durante su transporte continuo entre los océanos, la atmósfera, y la tierra (Fig. 1). Dicho ciclo puede comenzar desde cualquiera de estos procesos, aunque la explicación de él suele hacerse de la manera siguiente: La evaporación del agua de la superficie de los océanos forma grandes masas de vapor de agua que al condensarse forman las nubes. Estas viajan por la atmósfera impulsadas por los vientos y, cuando algún mecanismo climático ocurre provocan las tormentas. De esta una parte del agua puede ser interceptada por la vegetación y regresar a la atmósfera al evaporarse; otra parte se infiltra en la tierra o escurre superficialmente hacia ríos, lagos o depresiones del terreno, donde puede ingresar al terreno o evaporarse. El agua infiltrada puede fluir en forma subterránea hasta brotar en manantiales o corrientes, o llegar a formar parte de los mantos acuíferos, donde es almacenada o transportada hacia los océanos. Además, el agua que escurre superficialmente puede ser conducida hacia corrientes mayores o ríos que desembocan al mar.

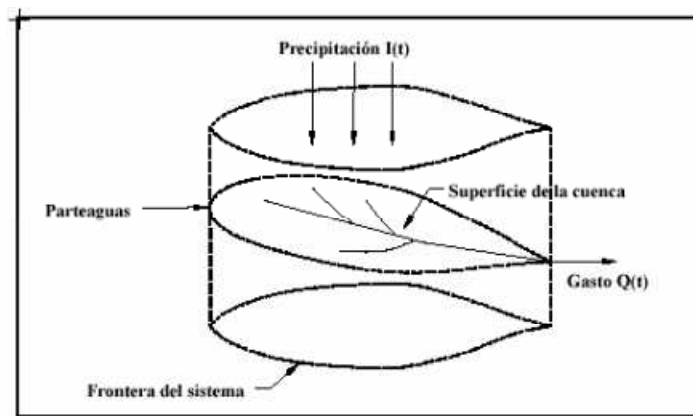


**Figura 1 El ciclo hidrológico.**

A continuación se presentan algunos conceptos básicos relativos a la cuenca, el parteaguas y el sistema hidrológico.

Una cuenca es la unidad básica en un estudio Hidrológico y se define como aquella área de terreno donde el agua de lluvia que cae sobre su superficie y que no se infiltra, es conducida hasta un punto de salida (cuenca abierta) o de almacenamiento (cuenca cerrada). Es importante remarcar que el tamaño de una cuenca depende de la ubicación del punto de salida. Dentro de la cuenca se considera la existencia de una corriente principal y de tributarios, que son afluentes de la primera.

Por otra parte, el parteaguas es el límite de la cuenca, de modo que los puntos de mayor elevación topográfica señalan la zona hacia donde escurren las gotas (Fig.2).



**Figura 2 Representación esquemática de una cuenca.**

Finalmente, se le llama sistema hidrológico al conjunto formado por la cuenca, las características locales del terreno (topografía, tipo de suelo, vegetación, etc.), las corrientes (subterráneas y superficiales) y todos aquellos factores que tienen influencia sobre la cantidad de agua existente en la cuenca (la precipitación, el clima, etc.).

## **OBJETIVO.**

Determinar el gasto de escurrimiento directo de la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 5 años de las cuencas: 1) El Negro y 2) Plan de Guadalupe así como sus afluentes, ubicados en el predio D de la Tercera Sección de la Hacienda Sayavedra, conocida como Rancho San Juan, localizado en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, con la finalidad de conocer la franja de la zona federal correspondiente.

## **I.- ANTECEDENTES.**

La empresa Edificadora de Atizapán S.A de C.V. está construyendo un desarrollo urbano dentro del predio D, de la tercera sección de la Hacienda Sayavedra, este sitio de interés se localiza en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, entre el aeropuerto de Atizapán y el fraccionamiento de Condado de Sayavedra, al oriente de la vía Dr. Jorge Jiménez Cantú y tiene el interés de realizar la delimitación de la zona federal de algunos de los cauces naturales colindantes con el predio denominado “RANCHO SAN JUAN”.

El clima de la zona de estudio es templado subhúmedo, con precipitación moderada del orden de 700 mm anuales, con lluvias predominantes en verano, la temperatura media anual es de 15 °C. La precipitación media anual en la región es de 878 mm, cifra superior a la media nacional.

En este predio se encuentran dos cauces que son Arroyo El Negro y Arroyo Plan de Guadalupe los cuales son los que estudiaremos para delimitar su zona federal.

Este sitio se localiza dentro de la cuenca de aportación del arroyo Plan de Guadalupe, el cual se origina a la altura del Bulevar Condado de Sayavedra, con una elevación del orden de 2,575 m.s.n.m. En su cuenca alta tiene el nombre de Arroyo La Bolsa o Plan de Guadalupe, aguas abajo recibe el nombre de Río La Colmena, en cuyo cauce se encuentra la presa de La Colmena. Adelante cambia su curso al nororiente donde se encuentra el Lago de Guadalupe y donde desemboca.

El terreno en la zona de estudio correspondiente es serrano; y está constituido por rocas extrusivas de la era terciaria, el cual presenta un cambio constante de uso del suelo. La flora está constituida por bosque de diversas especies.

La recopilación de información se realizó en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y en la Comisión Nacional del Agua (CNA), en las que se obtuvo parte de la bibliografía utilizada.

Dada la extensión del predio Rancho San Juan, se procedió a delimitar las cuencas hidrológicas en las que se localiza el predio. De esta manera se identificaron dos cuencas hidrológicas principales, a su vez se delimitaron en cada una de estas las subcuencas hidrológicas siguientes:



Cuadro No. 1 Cuenca 1) El Negro y sus afluentes.

SUBCUENCA	
CAUCE 1	CAUCE 1-7
CAUCE 1-1	CAUCE 1-8
CAUCE 1-2	CAUCE 2
CAUCE 1-3	CAUCE 3
CAUCE 1-4	CAUCE 3-1
CAUCE 1-5	CAUCE 4
CAUCE 1-6	CAUCE 5

Cuadro No. 2 Cuenca 2) Plan de Guadalupe y sus afluentes.

SUBCUENCA	
CAUCE 1	CAUCE 6
CAUCE 2	CAUCE 7
CAUCE 3	CAUCE 7-1
CAUCE 4	CAUCE 8
CAUCE 5	CAUCE 8-1
CAUCE 5-1	CAUCE 8-2
CAUCE 5-2	CAUCE 9
CAUCE 5-3	CAUCE 9-1

El plano 1 muestra la ubicación del predio y los cauces con los que colinda.

# PLANO No. 1

## II.- CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.

Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelo, la capa vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc. Estos elementos físicos proporcionan la conveniente posibilidad de conocer la variación del régimen hidrológico.

Para conocer con detalle la zona hidrológica por estudiar, se analizan a continuación una serie de características fisiográficas que son importantes en el proceso de escurrimiento.

Las características de las subcuencas de aportación consideradas en el arroyo Plan de Guadalupe y arroyo El Negro se muestran en los cuadros 1 y 2, las cuales se obtuvieron con el programa de cómputo Auto Cad y cartas de INEGI en escala 1:50,000.

### II.1.- Características de la cuenca Arroyo El Negro.

#### II.1.1.- Área.

El área drenada por la cuenca Arroyo El Negro se muestran en el cuadro 3, la medición fue hecha en el programa autocad y la carta topográfica del INEGI escala 1:50,000.

Cuadro No. 3 Características hidrológicas de la cuenca

Características	
Área	0.815 km <sup>2</sup>
Longitud del cauce principal	1.266 km
Desnivel máximo	75 m
Pendiente del cauce (método de Taylor – Schwarz)	0.044

### II.2.- Características de la cuenca Arroyo Plan de Guadalupe.

#### II.2.1.- Área.

El área drenada por la cuenca Arroyo Plan de Guadalupe se muestran en el cuadro 4, la medición fue hecha en el programa autocad y la carta topográfica del INEGI escala 1:50 000.

Cuadro No.4 Características hidrológicas de la cuenca.

Características	
Área	4.064 km <sup>2</sup>
Longitud del cauce principal	4.831 km
Desnivel máximo	190 m
Pendiente del cauce (método de Taylor – Schwarz)	0.030

### II.3.- Longitud y pendiente de los cauces.

El cálculo de la pendiente media se realizó mediante la aplicación del criterio de Taylor-Schwarz, que propone calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión.

La velocidad de recorrido del agua en el tramo  $i$  puede calcularse:

$$V_i = k\sqrt{S_i}$$

Donde  $k$  es un factor que depende de la rugosidad y de la forma de la sección transversal y  $S_i$  es la pendiente del tramo  $i$ , además tenemos que:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

En donde  $\Delta x$  es la longitud del tramo  $i$  y  $t_i$  es el tiempo de recorrido en ese tramo, igualando ambas ecuaciones y despejando  $t_i$ , tenemos que:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Por otro lado la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en  $m$  tramos es:

$$V = \frac{L}{T} = k\sqrt{S}$$

Donde  $L$  es la longitud total del cauce,  $T$  es el tiempo total de recorrido y  $S$  es la pendiente media buscada. El tiempo  $T$  será:

$$T = \sum_{i=1}^m t_i = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Y la longitud  $L$ :

$$L = \sum_{i=1}^m \Delta x = m\Delta x$$

Utilizando las tres últimas ecuaciones se obtiene:

$$S = \left[ \frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Mediante un razonamiento semejante, en caso de que los tramos no sean iguales se obtiene la siguiente ecuación:

$$S = \left[ \frac{L_t}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

### II.3.1.- Longitud y pendiente del Arroyo El Negro y sus afluentes.

El cálculo de la pendiente media de cada uno de los cauces de las subcuencas por el método de Taylor – Schwarz se muestra en cada una de las tablas que aparecen a continuación:

**Tabla No.1**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1 ARROYO EL NEGRO					
ÁREA DE LA CUENCA		0.81 Km <sup>2</sup>			
CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1	74.78	10	0.134	0.366	204.51
CAUCE 1	56.25	10	0.178	0.422	133.41
CAUCE 1	57.90	10	0.173	0.416	139.32
CAUCE 1	117.86	10	0.085	0.291	404.62
CAUCE 1	321.46	10	0.031	0.176	1822.60
CAUCE 1	357.17	10	0.028	0.167	2134.58
CAUCE 1	280.68	15	0.053	0.231	1214.15
TOTAL	1,266				6,053

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S = 0.044
-----------

**Tabla No. 2**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-1

ÁREA DE LA CUENCA 0.0296 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-1	30.26	5	0.165	0.406	74.45
CAUCE 1-1	25.60	5	0.195	0.442	57.93
CAUCE 1-1	59.12	5	0.085	0.291	203.27
CAUCE 1-1	46.44	5	0.108	0.328	141.52
CAUCE 1-1	50.00	5	0.100	0.316	158.14
CAUCE 1-1	24.70	5	0.202	0.450	54.91
CAUCE 1-1	14.87	5	0.336	0.580	25.64
TOTAL	250.99				715.85

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.123
----	-------

**Tabla No. 3**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-2 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0198 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-2	40.70	5	0.123	0.350	116.12
CAUCE 1-2	21.11	5	0.237	0.487	43.39
CAUCE 1-2	17.40	5	0.287	0.536	32.47
CAUCE 1-2	24.59	5	0.203	0.451	54.52
TOTAL	103.81				246.50

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.177
----	-------

**Tabla No. 4**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-3 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0074 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-3	20.12	5	0.249	0.499	40.36
CAUCE 1-3	22.66	5	0.221	0.470	48.24
CAUCE 1-3	20.72	5	0.241	0.491	42.18
CAUCE 1-3	31.95	7	0.219	0.468	68.26
TOTAL	95				199

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.230
----	-------



**Tabla No. 5**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-4 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.018 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-4	15.00	5	0.333	0.577	25.98
CAUCE 1-4	23.91	5	0.209	0.457	52.29
CAUCE 1-4	52.52	5	0.095	0.309	170.22
CAUCE 1-4	30.66	5	0.163	0.404	75.92
CAUCE 1-4	32.77	9	0.275	0.524	62.53
TOTAL	155				387

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.160
----	-------

**Tabla No. 6**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-5 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0184 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-5	36.83	5	0.136	0.368	99.96
CAUCE 1-5	30.97	5	0.161	0.402	77.08
CAUCE 1-5	27.42	5	0.182	0.427	64.21
CAUCE 1-5	32.60	5	0.153	0.392	83.24
TOTAL	128				324

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.155
----	-------

**Tabla No. 7**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-6 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0207 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-6	19.86	5	0.252	0.502	39.58
CAUCE 1-6	11.02	5	0.454	0.674	16.36
CAUCE 1-6	42.59	5	0.117	0.343	124.30
CAUCE 1-6	37.92	6	0.158	0.398	95.33
TOTAL	111				276

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.163
----	-------

**Tabla No. 8**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-7 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.017 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-7	22.62	5	0.221	0.470	48.11
CAUCE 1-7	16.08	5	0.311	0.558	28.84
CAUCE 1-7	33.49	5	0.149	0.386	86.67
CAUCE 1-7	43.68	5	0.114	0.338	129.10
CAUCE 1-7	13.15	5	0.380	0.617	21.33
CAUCE 1-7	10.82	5	0.462	0.680	15.92
TOTAL	140				330

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.180
----	-------

**Tabla No. 9**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1-8 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.017 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1-8	40.44	5	0.124	0.352	115.01
CAUCE 1-8	17.59	5	0.284	0.533	32.99
CAUCE 1-8	17.66	5	0.283	0.532	33.19
CAUCE 1-8	31.21	5	0.160	0.400	77.98
TOTAL	107				259

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.170
----	-------

**Tabla No. 10**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 2 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.13 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 2	14.23	5	0.351	0.593	24.01
CAUCE 2	58.46	5	0.086	0.292	199.90
CAUCE 2	50.96	5	0.098	0.313	162.69
CAUCE 2	51.80	5	0.097	0.311	166.73
CAUCE 2	67.20	5	0.074	0.273	246.36
CAUCE 2	79.23	5	0.063	0.251	315.39
CAUCE 2	123.81	5	0.040	0.201	616.10
CAUCE 2	63.51	5	0.079	0.281	226.35
CAUCE 2	40.27	2	0.050	0.223	180.70
TOTAL	549				2,138

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.066
----	-------

**Tabla No. 11**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 3 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0895 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 3	26.14	5	0.191	0.437	59.78
CAUCE 3	16.39	5	0.305	0.552	29.67
CAUCE 3	13.41	5	0.373	0.611	21.96
CAUCE 3	18.67	5	0.268	0.518	36.08
CAUCE 3	88.52	5	0.056	0.238	372.46
CAUCE 3	81.37	5	0.061	0.248	328.26
CAUCE 3	131.59	5	0.038	0.195	675.07
CAUCE 3	54.66	7	0.128	0.358	152.74
TOTAL	431				1,676

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.066
----	-------

**Tabla No. 12**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 3-1 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.012 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 3-1	26.80	5	0.187	0.432	62.04
CAUCE 3-1	17.04	5	0.293	0.542	31.46
CAUCE 3-1	21.33	5	0.234	0.484	44.06
CAUCE 3-1	10.16	5	0.492	0.702	14.48
CAUCE 3-1	32.06	5	0.156	0.395	81.18
TOTAL	107				233

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.212
----	-------



**Tabla No. 13**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 4 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.0135 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 4	19.60	5	0.255	0.505	38.81
CAUCE 4	13.65	5	0.366	0.605	22.55
CAUCE 4	39.22	5	0.127	0.357	109.84
CAUCE 4	12.44	5	0.402	0.634	19.62
CAUCE 4	17.35	5	0.288	0.537	32.32
TOTAL	102				223

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce  
 l<sub>m</sub> = Longitud del tramo m.  
 S<sub>m</sub> = Pendiente del tramo m.  
 S = Pendiente del cauce.

S=	0.210
----	-------

**Tabla No. 14**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 5 ARROYO EL NEGRO

ÁREA DE LA CUENCA 0.041 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 5	27.75	5	0.180	0.424	65.37
CAUCE 5	25.83	5	0.194	0.440	58.71
CAUCE 5	14.83	5	0.337	0.581	25.54
CAUCE 5	48.25	5	0.104	0.322	149.89
CAUCE 5	43.39	5	0.115	0.339	127.82
CAUCE 5	48.81	5	0.102	0.320	152.50
TOTAL	209				580

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.130
----	-------

II.3.2.- Longitud y pendiente del Arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.

El cálculo de la pendiente media de cada uno de los cauces de las subcuencas por el método de Taylor – Schwarz se muestra en cada una de las tablas que aparecen a continuación:

**Tabla No. 15**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 1  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA      0.089 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 1	10.74	5	0.466	0.682	15.74
CAUCE 1	12.05	5	0.415	0.644	18.71
CAUCE 1	5.01	5	0.998	0.999	5.02
CAUCE 1	20.62	5	0.242	0.492	41.87
CAUCE 1	23.13	5	0.216	0.465	49.75
CAUCE 1	47.52	5	0.105	0.324	146.50
CAUCE 1	60.45	5	0.083	0.288	210.19
CAUCE 1	91.91	5	0.054	0.233	394.06
TOTAL	271.43				881.83

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.095
----	-------

**Tabla No. 16**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 2  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.030 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 2	11.34	5	0.441	0.664	17.08
CAUCE 2	19.33	5	0.259	0.509	38.01
CAUCE 2	12.37	5	0.404	0.636	19.46
CAUCE 2	28.82	5	0.173	0.417	69.19
CAUCE 2	27.29	5	0.183	0.428	63.76
CAUCE 2	35.42	5	0.141	0.376	94.27
CAUCE 2	28.32	5	0.177	0.420	67.40
CAUCE 2	50.68	2.9	0.057	0.239	211.86
TOTAL	213.57				581.03

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.135
----	-------

**Tabla No. 17**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 3  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.006 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 3	13.91	5	0.359	0.600	23.20
CAUCE 3	18.21	5	0.275	0.524	34.75
CAUCE 3	33.28	5	0.150	0.388	85.86
CAUCE 3	14.27	2.3	0.161	0.401	35.54
TOTAL	79.67				179.36

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.197
----	-------

**Tabla No. 18**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 4  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.010 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 4	14.96	5	0.334	0.578	25.88
CAUCE 4	10.12	5	0.494	0.703	14.40
CAUCE 4	15.94	5	0.314	0.560	28.46
CAUCE 4	30.93	5	0.162	0.402	76.93
TOTAL	71.95				145.66

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.244
----	-------

**Tabla No. 19**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 5  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 4.064 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 5	27.14	10	0.368	0.607	44.71
CAUCE 5	41.83	10	0.239	0.489	85.55
CAUCE 5	43.98	10	0.227	0.477	92.23
CAUCE 5	67.74	10	0.148	0.384	176.31
CAUCE 5	65.99	10	0.152	0.389	169.52
CAUCE 5	83.79	10	0.119	0.345	242.54
CAUCE 5	94.78	10	0.106	0.325	291.79
CAUCE 5	205.16	10	0.049	0.221	929.26
CAUCE 5	218.27	10	0.046	0.214	1019.74
CAUCE 5	258.85	10	0.039	0.197	1316.96
CAUCE 5	227.45	10	0.044	0.210	1084.75
CAUCE 5	476.99	10	0.021	0.145	3294.31
CAUCE 5	517.41	10	0.019	0.139	3721.79
CAUCE 5	162.90	10	0.061	0.248	657.48
CAUCE 5	245.89	10	0.041	0.202	1219.30
CAUCE 5	414.13	10	0.024	0.155	2665.05
CAUCE 5	470.29	10	0.021	0.146	3225.14
CAUCE 5	280.55	10	0.036	0.189	1485.99
CAUCE 5	454.04	10	0.022	0.148	3059.43
CAUCE 5	474.81	10	0.021	0.145	3271.75
<b>TOTAL</b>	<b>4831.99</b>				<b>28053.61</b>

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.030
----	-------

**Tabla No. 20**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 5-1  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.004 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 5-1	48.06	5	0.104	0.323	149.00
CAUCE 5-1	27.48	5	0.182	0.427	64.42
CAUCE 5-1	18.47	5	0.271	0.520	35.50
TOTAL	94.01				248.92

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.143
----	-------



**Tabla No. 21**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 5-2  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.0155 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 5-2	30.87	5	0.162	0.402	76.69
CAUCE 5-2	23.42	5	0.213	0.462	50.70
CAUCE 5-2	33.22	5	0.151	0.388	85.63
CAUCE 5-2	29.38	5	0.170	0.413	71.20
CAUCE 5-2	17.95	5	0.278	0.528	34.02
CAUCE 5-2	9.79	5	0.511	0.715	13.69
CAUCE 5-2	10.39	5	0.481	0.694	14.97
<b>TOTAL</b>	<b>155.01</b>				<b>346.89</b>

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.200
----	-------

Tabla No. 22

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 5-3  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.0457 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 5-3	24.56	5	0.204	0.451	54.44
CAUCE 5-3	25.33	5	0.197	0.444	57.00
CAUCE 5-3	18.22	5	0.274	0.524	34.79
CAUCE 5-3	15.45	5	0.324	0.569	27.16
CAUCE 5-3	42.95	5	0.116	0.341	125.86
CAUCE 5-3	27.79	5	0.180	0.424	65.53
CAUCE 5-3	12.42	5	0.403	0.634	19.57
CAUCE 5-3	36.23	5	0.138	0.372	97.51
CAUCE 5-3	36.51	5	0.137	0.370	98.67
CAUCE 5-3	13.61	5	0.367	0.606	22.46
TOTAL	253.08				603.00

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.176
----	-------

**Tabla No. 23**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 6  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.061 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 6	13.67	5	0.366	0.605	22.60
CAUCE 6	23.33	5	0.214	0.463	50.40
CAUCE 6	41.30	5	0.121	0.348	118.71
CAUCE 6	45.85	5	0.109	0.330	138.86
CAUCE 6	38.16	5	0.131	0.362	105.41
CAUCE 6	57.70	5	0.087	0.294	196.03
CAUCE 6	30.79	5	0.162	0.403	76.41
CAUCE 6	34.06	5	0.147	0.383	88.88
CAUCE 6	13.11	5	0.381	0.618	21.22
CAUCE 6	11.89	5	0.420	0.648	18.34
CAUCE 6	13.25	5	0.377	0.614	21.57
TOTAL	323.12				858.44

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.142
----	-------

Tabla No. 24

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 7  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.087 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 7	30.24	5	0.165	0.407	74.38
CAUCE 7	16.08	5	0.311	0.558	28.84
CAUCE 7	15.16	5	0.330	0.574	26.38
CAUCE 7	11.41	5	0.438	0.662	17.23
CAUCE 7	31.85	5	0.157	0.396	80.39
CAUCE 7	53.14	5	0.094	0.307	173.24
CAUCE 7	53.88	5	0.093	0.305	176.87
CAUCE 7	63.57	5	0.079	0.280	226.68
CAUCE 7	38.63	5	0.129	0.360	107.37
CAUCE 7	59.44	5	0.084	0.290	204.96
CAUCE 7	18.12	5	0.276	0.525	34.48
CAUCE 7	49.34	5	0.101	0.318	154.97
CAUCE 7	8.98	5	0.557	0.746	12.03
TOTAL	449.83				1317.84

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.117
----	-------

**Tabla No. 25**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 7-1  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.025 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 7-1	23.47	5	0.213	0.462	50.83
CAUCE 7-1	15.13	5	0.330	0.575	26.33
CAUCE 7-1	34.15	5	0.146	0.383	89.23
CAUCE 7-1	32.40	5	0.154	0.393	82.48
TOTAL	105.14				248.87

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.178
----	-------

**Tabla No. 26**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 8  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.098 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 8	10.67	5	0.469	0.684	15.59
CAUCE 8	23.15	5	0.216	0.465	49.80
CAUCE 8	30.39	5	0.165	0.406	74.93
CAUCE 8	20.06	5	0.249	0.499	40.19
CAUCE 8	49.24	5	0.102	0.319	154.50
CAUCE 8	42.01	5	0.119	0.345	121.79
CAUCE 8	73.03	5	0.068	0.262	279.12
CAUCE 8	66.61	5	0.075	0.274	243.12
CAUCE 8	36.60	5	0.137	0.370	99.01
CAUCE 8	20.54	5	0.243	0.493	41.63
CAUCE 8	11.65	5	0.429	0.655	17.79
TOTAL	383.95				1137.47

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.114
----	-------

**Tabla No. 27**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 8-1  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.027 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 8-1	15.53	5	0.322	0.567	27.36
CAUCE 8-1	20.56	5	0.243	0.493	41.69
CAUCE 8-1	22.47	5	0.222	0.472	47.65
CAUCE 8-1	19.21	5	0.260	0.510	37.65
CAUCE 8-1	25.61	5	0.195	0.442	57.97
CAUCE 8-1	39.50	5	0.127	0.356	111.03
CAUCE 8-1	25.78	3.5	0.136	0.368	69.97
<b>TOTAL</b>	<b>168.66</b>				<b>393.32</b>

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.184
----	-------

**Tabla No. 28**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 8-2  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.013 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 8-2	20.67	5	0.242	0.492	42.03
CAUCE 8-2	24.05	5	0.208	0.456	52.75
CAUCE 8-2	32.20	5	0.155	0.394	81.71
CAUCE 8-2	18.53	5	0.270	0.520	35.66
CAUCE 8-2	17.70	5	0.283	0.532	33.30
<b>TOTAL</b>	<b>113.15</b>				<b>245.45</b>

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.212
----	-------



Tabla No. 29

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 9  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.048 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 9	22.66	5	0.221	0.470	48.23
CAUCE 9	21.75	5	0.230	0.479	45.37
CAUCE 9	17.09	5	0.293	0.541	31.60
CAUCE 9	23.40	5	0.214	0.462	50.61
CAUCE 9	80.17	5	0.062	0.250	321.03
CAUCE 9	23.94	5	0.209	0.457	52.38
CAUCE 9	32.71	5	0.153	0.391	83.65
CAUCE 9	18.54	5	0.270	0.519	35.70
CAUCE 9	6.47	5	0.773	0.879	7.36
TOTAL	246.72				675.93

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.133
----	-------

**Tabla No. 30**

MEMORIA DE CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE CAUCE 9-1  
ARROYO PLAN DE GUADALUPE

ÁREA DE LA CUENCA 0.020 Km<sup>2</sup>

CAUCE	LONGITUD DEL CAUCE (m)	DESNIVEL (m)	$S_m$	$\sqrt{S_m}$	$\frac{l_m}{\sqrt{S_m}}$
CAUCE 9-1	20.97	5	0.238	0.488	42.95
CAUCE 9-1	14.19	5	0.352	0.594	23.90
CAUCE 9-1	18.36	5	0.272	0.522	35.18
CAUCE 9-1	24.59	5	0.203	0.451	54.53
CAUCE 9-1	20.88	5	0.239	0.489	42.67
CAUCE 9-1	19.02	5	0.263	0.513	37.10
CAUCE 9-1	19.39	5	0.258	0.508	38.18
<b>TOTAL</b>	<b>137.40</b>				<b>274.51</b>

FÓRMULA:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

L = Longitud total del cauce

$l_m$  = Longitud del tramo m.

$S_m$  = Pendiente del tramo m.

S = Pendiente del cauce.

S=	0.251
----	-------

## II.4.- Edafología.

### II.4.1.- Edafología del arroyo El Negro y sus afluentes.

Para estimar la edafología de las subcuencas en estudio, se empleó la carta edafológica de INEGI escala 1:50,000; encontrándose los siguientes tipos de suelo para cada una de ellas, en el plano No. 2 y el cuadro 5 se muestran las características edafológicas de la cuenca 1 y sus subcuencas.

# PLANO No. 2

Cuadro No. 5 Características Edafológicas de las subcuencas.

Cuenca 1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.336	Hh/2	C	Media	41.27
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.295	Re + Hh/2	B - C	Media	36.25
Vertisol - Pélico	0.183	Vp/3	C - D	Fina	22.47
<b>Total</b>	<b>0.815</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.005	Re + Hh/2	B - C	Media	17.79
Feozem háplico	0.024	Hh/2	C	Media	82.21
<b>Total</b>	<b>0.030</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-2

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.002	Re + Hh/2	B - C	Media	10.62
Feozem háplico	0.018	Hh/2	C	Media	89.38
<b>Total</b>	<b>0.020</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-3

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.007	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.007</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-4

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.018	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.018</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-5

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.018	Re + Hh/2	B - C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.018</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-6

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.021	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.021</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-7

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.006	Re + Hh/2	B - C	Media	34.93
Feozem háplico	0.011	Hh/2	C	Media	65.07
<b>Total</b>	<b>0.017</b>				<b>100.00</b>

Cuenca 1-8

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.006	Re + Hh/2	B - C	Media	34.84
Feozem háplico	0.011	Hh/2	C	Media	65.16
<b>Total</b>	<b>0.017</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 2

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.073	Re + Hh/2	B - C	Media	56.32
Vertisol-Pélico	0.057	Vp/3	C - D	Fina	43.68
<b>Total</b>	<b>0.130</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 3

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.011	Hh/2	C	Media	41.27
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.054	Re + Hh/2	B - C	Media	36.25
Vertisol - Pélico	0.025	Vp/3	C - D	Fina	22.47
<b>Total</b>	<b>0.090</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 3-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.002	Hh/2	C	Media	15.13
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.010	Re+Hh/2	B - C	Media	84.87
<b>Total</b>	<b>0.012</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 4

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.010	Hh/2	C	Media	75.15
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.003	Re+Hh/2	B - C	Media	24.85
<b>Total</b>	<b>0.014</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 5

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.032	Hh/2	C	Media	77.53
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.009	Re+Hh/2	B - C	Media	22.47
<b>Total</b>	<b>0.041</b>				<b>100.00</b>

#### II.4.2.- Edafología del arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.

Para estimar la edafología de las subcuencas en estudio, se empleó la carta edafológica de INEGI escala 1:50,000; encontrándose los siguientes tipos de suelo para cada una de ellas en el plano No. 3 y el cuadro 6 se muestran las características edafológicas de la cuenca 2 y sus subcuencas.

# PLANO No. 3



Cuadro No.6 Características Edafológicas de las subcuencas

## Cuenca 1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol - Pélico	0.089	Vp/3	C-D	Fina	100.00
<b>Total</b>	<b>0.089</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 2

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol - Pélico	0.030	Vp/3	C-D	Fina	100.00
<b>Total</b>	<b>0.030</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 3

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol - Pélico	0.006	Vp/3	C-D	Fina	100.00
<b>Total</b>	<b>0.006</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 4

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol - Pélico	0.011	Vp/3	C-D	Fina	100.00
<b>Total</b>	<b>0.011</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 5

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Luvisol crómico	0.279	Lc/2	C-D	Media	6.87
Vertisol - Pélico	0.105	Vp/3	C-D	Fina	2.58
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.737	Re+Hh/2	B-C	Media	18.13
Feozem háplico	2.943	Hh/2	C	Media	72.42
<b>Total</b>	<b>4.064</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 5-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol - Pélico	0.005	Vp/3	C-D	Fina	100.00
<b>Total</b>	<b>0.005</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 5-2

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.012	Hh/2	C	Media	75.00
Luvisol crómico	0.004	Lc/2	C-D	Media	25.00
<b>Total</b>	<b>0.016</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 5-3

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.046	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.046</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 6

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Vertisol-Pélico	0.042	Vp/3	C-D	Fina	70.00
Luvisol crómico	0.018	Lc/2	C-D	Media	30.00
<b>Total</b>	<b>0.061</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 7

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Luvisol crómico	0.017	Lc/2	C-D	Media	20.00
Vertisol-Pélico	0.026	Vp/3	C - D	Fina	30.00
Feozem háplico	0.043	Hh/2	C	Media	50.00
<b>Total</b>	<b>0.087</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 7-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.025	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.025</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 8

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.083	Hh/2	C	Media	84.69
Regosol eútrico-Feozem háplico	0.015	Re+Hh/2	B - C	Media	15.31
<b>Total</b>	<b>0.098</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 8-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.027	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.027</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 8-2

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.013	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.013</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 9

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.048	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.048</b>				<b>100.00</b>

## Cuenca 9-1

Suelo	Área	Clave	Tipo	Textura	%
Feozem háplico	0.020	Hh/2	C	Media	100.00
<b>Total</b>	<b>0.020</b>				<b>100.00</b>

## II.5.- Cobertura vegetal.

### II.5.1.- Cobertura vegetal Arroyo El Negro y sus afluentes.

Empleando la misma herramienta y fuente de información que en el caso de la edafología, se determinó la cobertura vegetal (plano No. 4) de las subcuencas de estudio la información se resume en el Cuadro No. 7:

Cuadro No. 7 cobertura general de la cuenca.

Clave	Cobertura	Área	%
Pi	Pastizal inducido	0.367	45.03
FB	Bosque natural latifoliado	0.400	49.08
Atp	Agricultura de temporal permanente anual	0.018	2.21
Eh	Erosión hídrica fuerte	0.030	3.68
	<b>Total</b>	<b>0.815</b>	<b>100.00</b>

### II.5.2.- Cobertura vegetal Arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.

Empleando la misma herramienta y fuente de información que en el caso de la edafología, se determinó la cobertura vegetal (plano No. 5) de las subcuencas de estudio, la información se resume en el Cuadro No. 8:

Cuadro No. 8 cobertura general de la cuenca.

Clave	Cobertura	Área	%
FB	Bosque natural latifoliado	2.526	62.1
Pi	Pastizal inducido	1.358	33.4
Eh	Erosión hidrica	0.181	4.4
	<b>Total</b>	<b>4.064</b>	<b>100.0</b>

PLANO No. 4

PLANO No. 5

### III.- DETERMINACIÓN DEL ESCURRIMIENTO.

Para determinar el gasto de escurrimiento directo es necesario calcular los números de escurrimiento  $N$ , los cuales consideran el uso de suelo y sus características de permeabilidad. Para alcanzar este objetivo se traslapan los planos edafológicos y de cobertura vegetal generados anteriormente, para determinar la edafología característica para cada cobertura vegetal de la cuenca en estudio. Con lo anterior y el cuadro No. 9 del instructivo de referencia, relativo a la “Selección del número de escurrimiento  $N$  para condiciones de humedad previa media” se obtiene el número  $N$  para cada tipo de cobertura vegetal, posteriormente se establece un número  $N$  ponderado representativo de todas las subcuencas.

#### III.1.- Determinación del escurrimiento Arroyo El Negro y sus afluentes.

Cuadro No. 9 Características edafológicas de la cuenca para diferentes tipos de coberturas

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico - Feozem háplico (Re + Hh/2)						
Cobertura	Área km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.050	FB	B-C	6.13	65.00	3.99
Pastizal inducido	0.229	Pi	B-C	28.15	74.00	20.83
Erosión hídrica fuerte	0.016	Ehf	B-C	1.97	100.00	1.97
<b>Suma</b>	<b>0.295</b>			<b>36.25</b>		<b>26.79</b>
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.279	FB	C	34.20	70.00	23.94
Pastizal inducido	0.050	Pi	C	6.14	79.00	4.85
Agricultura de temporal perm. anual	0.008	Atp	C	0.93	87.00	0.81
<b>Suma</b>	<b>0.336</b>			<b>41.27</b>		<b>29.60</b>
Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)						
Cobertura	Área km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.071	FB	C-D	8.73	73.00	6.37
Pastizal inducido	0.088	Pi	C-D	10.76	81.50	8.77
Agricultura de temporal perm. anual	0.010	Atp	C-D	1.28	88.50	1.13
Erosión hídrica fuerte	0.014	Ehf	C-D	1.71	100.00	1.71
<b>Suma</b>	<b>0.183</b>			<b>22.47</b>		<b>17.98</b>
<b>Total</b>	<b>0.815</b>			<b>100.00</b>		<b>74.37</b>

Cuenca 1-1

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.005	Pi	B-C	17.79	74	13.16
<b>Suma</b>	<b>0.005</b>			<b>17.79</b>		<b>13.16</b>
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.024	FB	C	82.21	70	57.55
<b>Suma</b>	<b>0.024</b>			<b>82.21</b>		<b>57.55</b>
<b>Total</b>	<b>0.030</b>			<b>100.00</b>		<b>70.71</b>

cuenca 1-2

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.002	Pi	B-C	10.62	74	7.86
<b>Suma</b>	<b>0.002</b>			<b>10.62</b>		<b>7.86</b>
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.018	FB	C	89.38	70	62.56
<b>Suma</b>	<b>0.018</b>			<b>89.38</b>		<b>62.56</b>
<b>Total</b>	<b>0.020</b>			<b>100.00</b>		<b>70.42</b>

cuenca 1-3

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.007	FB	C	100.00	70	70.00
<b>Suma</b>	<b>0.007</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>
<b>Total</b>	<b>0.007</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>

cuenca 1-4

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.018	FB	C	100.00	70	70.00
<b>Suma</b>	<b>0.018</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>
<b>Total</b>	<b>0.018</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>

cuenca 1-5

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.008	FB	B-C	45.07	65	29.29
Pastizal inducido	0.010	Pi	B-C	54.93	74	40.65
<b>Suma</b>	<b>0.018</b>			<b>100.00</b>		<b>69.94</b>
<b>Total</b>	<b>0.018</b>			<b>100.00</b>		<b>69.94</b>

cuenca 1-6

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.021	FB	C	100.00	70	70.00
<b>Suma</b>	<b>0.021</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>
<b>Total</b>	<b>0.021</b>			<b>100.00</b>		<b>70.00</b>

cuenca 1-7

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.006	Pi	B-C	34.93	74	25.85
<b>Suma</b>	<b>0.006</b>			<b>34.93</b>		<b>25.85</b>
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.011	FB	C	65.07	70	45.55
<b>Suma</b>	<b>0.011</b>			<b>65.07</b>		<b>45.55</b>
<b>Total</b>	<b>0.017</b>			<b>100.00</b>		<b>71.40</b>

cuenca 1-8

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.006	FB	B-C	34.84	65	22.65
<b>Suma</b>	<b>0.006</b>			<b>34.84</b>		<b>22.65</b>
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.011	FB	C	65.16	70	45.61
<b>Suma</b>	<b>0.011</b>			<b>65.16</b>		<b>45.61</b>
<b>Total</b>	<b>0.017</b>			<b>100.00</b>		<b>68.26</b>

cuenca 2

Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.006	FB	B-C	4.61	65	3.00
Pastizal inducido	0.066	Pi	B-C	50.42	74	37.31
Erosión Hídrica fuerte	0.003	Ehf	B-C	1.97	100	1.97
<b>Suma</b>	<b>0.074</b>			<b>57.00</b>		<b>42.28</b>
Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.030	FB	C-D	22.70	73	16.57
Pastizal inducido	0.017	Pi	C-D	13.17	81.5	10.74
Erosión Hídrica fuerte	0.009	Ehf	C-D	7.13	100	7.13
<b>Suma</b>	<b>0.056</b>			<b>43.00</b>		<b>34.43</b>
<b>Total</b>	<b>0.130</b>			<b>100.00</b>		<b>76.71</b>

cuenca 3

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.011	Pi	C	11.79	79	9.32
<b>Suma</b>	<b>0.011</b>			<b>11.79</b>		<b>9.32</b>
Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.017	FB	B-C	18.45	65	11.99
Pastizal inducido	0.038	Pi	B-C	42.21	74	31.23
<b>Suma</b>	<b>0.054</b>			<b>60.66</b>		<b>43.22</b>
Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.025	FB	C-D	27.55	73	20.11
<b>Suma</b>	<b>0.025</b>			<b>27.55</b>		<b>20.11</b>
<b>Total</b>	<b>0.090</b>			<b>100.00</b>		<b>72.65</b>



cuenca 3-1

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.002	Pi	C	15.13	79	11.96
<b>Suma</b>	<b>0.002</b>			<b>15.13</b>		<b>11.96</b>
Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.001	FB	B-C	4.89	65	3.18
Pastizal inducido	0.009	Pi	B-C	79.98	74	59.18
<b>Suma</b>	<b>0.010</b>			<b>84.87</b>		<b>62.36</b>
<b>Total</b>	<b>0.012</b>			<b>100.00</b>		<b>74.32</b>

cuenca 4

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.010	Pi	C	75.15	79	59.37
<b>Suma</b>	<b>0.010</b>			<b>75.15</b>		<b>59.37</b>
Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+ Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Pastizal inducido	0.003	Pi	B-C	24.85	74	18.39
<b>Suma</b>	<b>0.003</b>			<b>24.85</b>		<b>18.39</b>
<b>Total</b>	<b>0.014</b>			<b>100.00</b>		<b>77.76</b>

cuenca 5

Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico ( Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.009	FB	C	22.65	70	15.85
Pastizal inducido	0.023	Pi	C	55.43	79	43.79
<b>Suma</b>	<b>0.032</b>			<b>78.08</b>		<b>59.64</b>
Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico-Feozem háplico (Re+Hh/2)						
Cobertura	Área Km <sup>2</sup>	Clave	Tipo	%	Nc	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.006	FB	B-C	15.03	65	9.77
Pastizal inducido	0.003	Pi	B-C	6.90	74	5.11
<b>Suma</b>	<b>0.009</b>			<b>21.92</b>		<b>14.87</b>
<b>Total</b>	<b>0.041</b>			<b>100.00</b>		<b>74.51</b>

Con la finalidad de obtener una N más desfavorable, se consideró una N para condiciones de humedad previa en el suelo en relación a la condición media, obteniéndose de acuerdo al cuadro No. 10 los siguientes valores de N.

Cuadro No. 10

Subcuenca	N media	N máxima
1	74.37	88.19
1-1	70.71	85.35
1-2	70.42	85.21
1-3	70.00	85
1-4	70.00	85
1-5	69.94	84.72
1-6	70.00	85
1-7	71.40	85.7
1-8	68.26	84.13
2	76.71	89.35
3	72.65	86.32
3-1	74.32	88.16
4	77.76	89.88
5	74.51	88.25

### III.2.- Determinación del escurrimiento Arroyo Plan de Guadalupe y sus afluentes.

Los resultados se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 11 Características edafológicas de las subcuencas para diferentes tipos de coberturas

Cuenca 1						
Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.046	FB	C-D	51.69	73.00	37.73
Pastizal inducido	0.043	Pi	C-D	48.31	81.50	39.38
<b>Suma</b>	<b>0.089</b>			<b>100.00</b>		<b>77.11</b>

<b>Cuenca 5</b>						
<b>Cobertura de suelos tipo: Luvisol - Crómico (Lc/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.140	FB	C-D	3.44	73.00	2.51
Pastizal inducido	0.106	Pi	C-D	2.61	81.50	2.12
Erosión hídrica	0.033	Eh	C-D	0.82	100.00	0.82
<b>Suma</b>	<b>0.279</b>			<b>6.87</b>		<b>5.45</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.032	FB	C-D	0.78	73.00	0.57
Pastizal inducido	0.074	Pi	C-D	1.81	81.50	1.47
<b>Suma</b>	<b>0.105</b>			<b>2.58</b>		<b>2.04</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico - Feozem háplico (Re + Hh/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Pastizal inducido	0.590	Pi	B-C	14.51	65.00	9.43
Erosión hídrica	0.147	Eh	B-C	3.63	100.00	3.63
<b>Suma</b>	<b>0.737</b>			<b>18.13</b>		<b>13.06</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	2.354	FB	C	57.93	70.00	40.55
Pastizal inducido	0.589	Pi	C	14.48	79.00	11.44
<b>Suma</b>	<b>2.943</b>			<b>72.42</b>		<b>51.99</b>
<b>Total</b>	<b>4.064</b>			<b>100.00</b>		<b>72.55</b>
<b>Cuenca 5-2</b>						
<b>Cobertura de suelos tipo: Luvisol - Crómico (Lc/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.002	FB	C-D	10.00	73.00	7.30
Pastizal inducido	0.002	Pi	C-D	15.00	81.50	12.23
<b>Suma</b>	<b>0.004</b>			<b>25.00</b>		<b>19.53</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.006	FB	C	40.00	70.00	28.00
Pastizal inducido	0.005	Pi	C	35.00	79.00	27.65
<b>Suma</b>	<b>0.012</b>			<b>75.00</b>		<b>55.65</b>
<b>Total</b>	<b>0.016</b>			<b>100.00</b>		<b>75.18</b>

<b>Cuenca 5-3</b>						
<b>Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Pastizal inducido	0.030	Pi	C	65.00	79.00	51.35
Bosque natural latifoliado	0.016	FB	C	35.00	70.00	24.50
<b>Suma</b>	<b>0.046</b>			<b>100.00</b>		<b>75.85</b>
<b>Total</b>	<b>0.046</b>			<b>100.00</b>		<b>75.85</b>
<b>Cuenca 6</b>						
<b>Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.018	FB	C-D	30.00	73.00	21.90
Pastizal inducido	0.024	Pi	C-D	40.00	81.50	32.60
<b>Suma</b>	<b>0.042</b>			<b>70.00</b>		<b>54.50</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Luvisol - Crómico (Lc/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.012	FB	C-D	20.00	73.00	14.60
Pastizal inducido	0.006	Pi	C-D	10.00	81.50	8.15
<b>Suma</b>	<b>0.018</b>			<b>30.00</b>		<b>22.75</b>
<b>Total</b>	<b>0.061</b>			<b>100.00</b>		<b>77.25</b>
<b>Cuenca 7</b>						
<b>Cobertura de suelos tipo: Luvisol - Crómico (Lc/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.017	FB	C-D	20.00	73.00	14.60
<b>Suma</b>	<b>0.017</b>			<b>20.00</b>		<b>14.60</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Vertisol-Pélico (Vp/3)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.004	FB	C-D	5.00	73.00	3.65
Pastizal inducido	0.022	Pi	C-D	25.00	81.50	20.38
<b>Suma</b>	<b>0.026</b>			<b>30.00</b>		<b>24.03</b>
<b>Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)</b>						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Bosque natural latifoliado	0.013	FB	C	15.00	70.00	10.50
Pastizal inducido	0.030	Pi	C	35.00	79.00	27.65
<b>Suma</b>	<b>0.043</b>			<b>50.00</b>		<b>38.15</b>
<b>Total</b>	<b>0.087</b>			<b>100.000</b>		<b>76.78</b>

Cuenca 8						
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Pastizal inducido	0.049	Pi	C	50.00	79.00	39.50
Bosque natural latifoliado	0.034	FB	C	35.00	70.00	24.50
<b>Suma</b>	<b>0.083</b>			<b>85.00</b>		<b>64.00</b>
Cobertura de suelos tipo: Regosol eútrico - Feozem háplico (Re + Hh/2)						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Pastizal inducido	0.010	Pi	B-C	10.00	74.00	7.40
Bosque natural latifoliado	0.005	FB	B-C	5.00	65.00	3.25
<b>Suma</b>	<b>0.015</b>			<b>15.00</b>		<b>10.65</b>
<b>Total</b>	<b>0.098</b>			<b>100.00</b>		<b>74.65</b>
Cuenca 9-1						
Cobertura de suelos tipo: Feozem háplico (Hh/2)						
Cobertura	Área km2	Clave	Tipo	%	NC	N ponderada
Pastizal inducido	0.014	Pi	C	30.00	79.00	23.70
Bosque natural latifoliado	0.034	FB	C	70.00	70.00	49.00
<b>Suma</b>	<b>0.048</b>			<b>100.00</b>		<b>72.70</b>
<b>Total</b>	<b>0.048</b>			<b>100.00</b>		<b>72.70</b>

Con la finalidad de obtener una N más desfavorable, se consideró una N para condiciones de humedad previa en el suelo en relación a la condición media, obteniéndose de acuerdo al cuadro No. 12 los siguientes valores de N.

#### Arroyo Plan de Guadalupe.

Subcuenca	N media	N máxima
1	77.11	89.55
2	70.71	85.35
3	70.42	85.21
4	70	85
5	72.55	86.55
5-1	69.94	84.72
5-2	75.18	88.59
5-3	75.85	88.93
6	77.25	89.63
7	76.78	89.39
7-1	72.65	86.32
8	74.65	88.33
8-1	77.76	89.88
8-2	74.51	88.25
9	72.7	86.7
9-1	73.98	87.98

Cuadro No. 12

#### IV.- MÉTODOS PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración ( $T_c$ ), el cual se determina mediante los métodos de Rowe, Kirpich y del Servicio de Conservación de suelos y que se describen a continuación:

##### IV.1.- Método de Rowe.

El método de Rowe se basa en la siguiente ecuación:

$$T_c = \left( \frac{0.86 L^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \quad (2)$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración, h.

$L$  = Longitud del cauce principal, km.

$\Delta H$  = Desnivel del cauce principal, m.

##### IV.2.-Método de Kirpich.

La ecuación propuesta por Kirpich para el cálculo del tiempo de concentración es la siguiente:

$$T_c = 0.0003245 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \quad (3)$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración, h.

$L$  = Longitud del cauce principal, m.

$S$  = Pendiente del colector principal, calculada por el método de Taylor – Schwarz.

El método de Taylor – Schwarz para calcular la pendiente considera la siguiente expresión:

$$S = \left( \frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right)^2 \quad (4)$$

En la que:

$n$  = Número de tramos en que se divide la longitud del cauce principal.

$S_1, S_2, \dots, S_n$  = Pendiente de cada tramo en que se divide el cauce principal.

Para calcular la pendiente media del cauce con este método, es necesario contar con el perfil del cauce, mismo que fue determinado empleando el programa de cómputo autocad. El cálculo de dicha pendiente se muestra en los planos No. 2 y 3, las tablas 1 a la 30, el tiempo de concentración se indica en el cuadro 13 y 14.

#### IV.3.-Método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS).

La siguiente ecuación es propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos para la estimación del tiempo de concentración:

$$Tc = \frac{L^{1.15}}{3085H^{0.38}} \quad (5)$$

Donde:

$L$  = longitud del cauce principal, m

$H$  = Desnivel total de la cuenca, m

Sustituyendo los valores presentados en el cuadro es posible determinar el tiempo de concentración a través de los métodos descritos anteriormente, los resultados se muestran a continuación:

Cuadro No. 13 Cálculo del tiempo de concentración a través de diferentes metodologías arroyo El Negro.

Subcuenca	Tc(h)			
	Rowe	Kirpich	SCS	Seleccionado
1	0.24	0.27	0.23	0.23
1-1	0.05	0.05	0.05	0.05
1-2	0.02	0.02	0.02	0.02
1-3	0.02	0.02	0.02	0.02
1-4	0.03	0.03	0.03	0.03
1-5	0.03	0.03	0.03	0.03
1-6	0.02	0.02	0.02	0.02
1-7	0.03	0.03	0.03	0.03
1-8	0.02	0.02	0.02	0.02
2	0.11	0.12	0.11	0.11
3	0.08	0.10	0.08	0.08
3-1	0.02	0.02	0.02	0.02
4	0.02	0.02	0.02	0.02
5	0.04	0.04	0.04	0.04

Cuadro No. 14 Cálculo del tiempo de concentración a través de diferentes metodologías arroyo Plan de Guadalupe.

Subcuenca	Tc(h)			
	Rowe	Kirpich	SCS	Seleccionado
1	0.05	0.06	0.05	0.05
2	0.04	0.04	0.04	0.04
3	0.02	0.02	0.02	0.02
4	0.01	0.02	0.01	0.01
5	0.77	0.86	0.75	0.75
5-1	0.02	0.02	0.02	0.02
5-2	0.03	0.03	0.03	0.03
5-3	0.04	0.04	0.04	0.04
6	0.05	0.06	0.05	0.05
7	0.08	0.08	0.07	0.07
7-1	0.02	0.02	0.02	0.02
8	0.07	0.07	0.07	0.07
8-1	0.03	0.03	0.03	0.03
8-2	0.02	0.02	0.02	0.02
9	0.04	0.05	0.04	0.04
9-1	0.02	0.02	0.02	0.02



## V.- CÁLCULO DE LA LLUVIA MEDIA DE DISEÑO.

Se analizaron los datos de precipitaciones máximas de estudio en 24 horas de la estación climatológica “Las Ruinas”, por ser la estación más cercana al sitio de estudio y con mayor número de datos. Para hacer el análisis estadístico y probabilístico de la muestra de datos se utilizó el programa AX, se eligió la distribución de probabilidad Gumbel debido a que ésta se ajusta mejor a los datos extremos. Los registros de la estación, así como los resultados del programa AX se muestran en la tabla 31.

Resultados del programa AX para el ajuste de los datos de precipitación máxima en 24 h Arroyo El Negro.

Tabla No. 31 Función Gumbel.

Número	Tr (años)	Dato (i)	Valor ajustado	Error ^2
1	21.00	76.50	74.99	2.29
2	10.50	68.00	66.42	2.51
3	7.00	60.20	61.26	1.13
4	5.25	58.50	57.50	1.00
5	4.20	55.00	54.49	0.26
6	3.50	54.50	51.95	6.50
7	3.00	53.00	49.73	10.72
8	2.63	50.00	47.72	5.19
9	2.33	50.00	45.88	16.96
10	2.10	48.50	44.16	18.86
11	1.91	44.00	42.52	2.20
12	1.75	43.00	40.93	4.27
13	1.62	41.00	39.38	2.62
14	1.50	37.70	37.83	0.02

15	1.40	34.00	36.27	5.14
16	1.31	31.20	34.65	11.88
17	1.24	31.00	32.92	3.69
18	1.17	27.00	31.01	16.11
19	1.11	26.30	28.76	6.03
20	1.05	26.00	25.67	0.11

Media = 45.770      Desv. = 14.245      Asim. = 0.339      Error = 10.839

Parámetros de la función Gumbel (máx. ver.)

$\alpha = 0.0838$

$\beta = 38.9558$

Tabla No. 32 Precipitación máxima en 24 h para diferentes periodos de retorno arroyos El Negro y Plan de Guadalupe.

Periodo de retorno $T_r$	$hp_{24máx}$ mm
5	56.9
10	65.8
25	77.1
50	85.5
100	93.8
500	113.1
1000	121.4

Para determinar la lluvia media de diseño se empleará la fórmula propuesta por E. Kuishling y C. E. Gransky, la cual se apega a las curvas de máxima intensidad:

$$Hp_d = \frac{K Tc^{1-e}}{1-e} \quad (6)$$

Donde:

$Hp_d$  = Lluvia media de diseño, mm.

K = Coeficiente, adimensional.

$Tc$  = Tiempo de concentración, h.

e = Coeficiente que depende del tiempo de concentración, adimensional.

De acuerdo al instructivo de referencia, los valores de “e” se presentan a continuación:

Tabla No. 33 Valores de e para diferentes tiempos de concentración

e	Tc (h)	Descripción
0.45 a 0.50	≥ 48	Cuencas muy grandes
0.50 a 0.55	48 a 24	Cuencas grandes
0.55 a 0.60	24 a 6	Cuencas medianas
0.60 a 0.70	6 a 1	Cuencas chicas
0.70 a 0.80	< 1	Cuencas muy pequeñas

De esta manera, para los diferentes tiempos de concentración de las Subcuencas se tienen los siguientes valores de e:

Cuadro No. 15 Arroyo El Negro

Subcuenca	Tc(h)	e
1	0.23	0.777
1-1	0.05	0.795
1-2	0.02	0.798
1-3	0.02	0.798
1-4	0.03	0.797
1-5	0.03	0.797
1-6	0.02	0.798
1-7	0.03	0.797
1-8	0.02	0.798
2	0.11	0.789
3	0.08	0.792
3-1	0.02	0.798
4	0.02	0.798
5	0.04	0.796

Cuadro No.16 Arroyo Plan de Guadalupe

Subcuenca	Tc(h)	e
1	0.05	0.795
2	0.04	0.796
3	0.02	0.798
4	0.01	0.799
5	0.75	0.725
5-1	0.02	0.798
5-2	0.03	0.797
5-3	0.04	0.796
6	0.05	0.795
7	0.07	0.793
7-1	0.02	0.798
8	0.07	0.793
8-1	0.03	0.797
8-2	0.02	0.798
9	0.04	0.796
9-1	0.02	0.798

Es posible determinar el valor del coeficiente K a partir de la ecuación (6), de la siguiente manera:

$$K = \frac{Hp_d(1-e)}{24^{1-e}} \quad (7)$$

En la cual se ha considerado que  $Hp_d$  es igual a la lluvia máxima en 24 h, dada en la tabla No. 32 y se ha sustituido el periodo de retorno por el periodo de tiempo considerado, así mismo se toma el valor de  $e$  obtenido a partir de los cuadros 15 y 16. Empleando estos valores en la ecuación (7) se obtienen los valores presentados en el cuadro 17 y 19. Posteriormente se determina el valor de la lluvia media de diseño empleando la ecuación (6). Los resultados se resumen en los cuadros 18 y 20.

Cuadro No. 17 Cálculo del coeficiente K, arroyo El Negro.

Tr Años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	6.248	6.078	6.050	6.047	6.059	6.057	6.052	6.055	6.051	6.141	6.115	6.049	6.048	6.071
10	7.226	7.029	6.997	6.993	7.007	7.004	6.998	7.002	6.998	7.101	7.071	6.995	6.994	7.021
25	8.466	8.236	8.198	8.194	8.210	8.207	8.200	8.205	8.199	8.321	8.285	8.197	8.195	8.227
50	9.389	9.134	9.091	9.087	9.105	9.101	9.094	9.099	9.093	9.227	9.188	9.090	9.088	9.123
100	10.300	10.020	9.974	9.969	9.988	9.985	9.976	9.982	9.976	10.123	10.080	9.972	9.970	10.009
500	12.420	12.082	12.026	12.020	12.044	12.039	12.029	12.036	12.028	12.206	12.154	12.024	12.022	12.068
1000	13.331	12.969	12.909	12.903	12.928	12.922	12.912	12.919	12.911	13.102	13.046	12.907	12.904	12.954

Cuadro No. 18 Cálculo de la lluvia media de diseño,  $Hp_d$ , Arroyo El Negro.

Tr Años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	20.206	15.951	13.764	13.435	14.628	14.418	13.939	14.283	13.878	18.284	17.506	13.659	13.519	15.529
10	23.367	18.446	15.917	15.536	16.917	16.673	16.119	16.517	16.048	21.144	20.244	15.796	15.633	17.958
25	27.380	21.613	18.651	18.204	19.822	19.537	18.887	19.354	18.804	24.776	23.720	18.508	18.318	21.042
50	30.363	23.968	20.683	20.187	21.981	21.665	20.945	21.462	20.853	27.475	26.305	20.525	20.314	23.334
100	33.310	26.295	22.691	22.147	24.115	23.768	22.978	23.546	22.877	30.142	28.858	22.517	22.286	25.599
500	40.164	31.705	27.359	26.704	29.077	28.659	27.706	28.390	27.584	36.344	34.796	27.150	26.871	30.867
1000	43.112	34.032	29.367	28.663	31.211	30.762	29.740	30.474	29.609	39.011	37.350	29.143	28.843	33.132

Cuadro No. 19 Cálculo del coeficiente K, arroyo Plan de Guadalupe.

Tr Años	Subcuenca															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	6.080	6.069	6.045	6.042	6.529	6.050	6.057	6.073	6.085	6.105	6.050	6.097	6.060	6.051	6.073	6.053
10	7.031	7.018	6.991	6.987	7.550	6.997	7.004	7.022	7.036	7.060	6.997	7.050	7.008	6.997	7.023	7.000
25	8.239	8.223	8.191	8.187	8.846	8.198	8.207	8.228	8.245	8.273	8.198	8.261	8.212	8.199	8.229	8.202
50	9.137	9.119	9.084	9.079	9.810	9.091	9.101	9.125	9.143	9.174	9.092	9.161	9.106	9.092	9.125	9.095
100	10.024	10.004	9.965	9.961	10.762	9.974	9.985	10.011	10.031	10.064	9.974	10.050	9.990	9.975	10.011	9.978
500	12.086	12.063	12.016	12.010	12.977	12.026	12.039	12.070	12.095	12.135	12.027	12.118	12.046	12.027	12.071	12.032
1000	12.973	12.948	12.898	12.891	13.929	12.909	12.923	12.956	12.982	13.026	12.909	13.008	12.930	12.910	12.957	12.915

Cuadro No. 20 Cálculo de la lluvia media de diseño,  $H_{p_d}$ , Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr Años	Subcuenca															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	16.055	15.344	13.131	12.694	21.936	13.775	14.438	15.600	16.282	17.170	13.793	16.833	14.730	13.821	15.621	14.064
10	18.566	17.744	15.185	14.680	25.368	15.930	16.696	18.040	18.828	19.856	15.950	19.466	17.034	15.982	18.064	16.264
25	21.755	20.792	17.793	17.201	29.724	18.665	19.563	21.138	22.062	23.266	18.690	22.809	19.959	18.727	21.167	19.057
50	24.125	23.057	19.732	19.075	32.962	20.699	21.695	23.440	24.465	25.801	20.726	25.294	22.134	20.767	23.473	21.133
100	26.467	25.295	21.647	20.927	36.162	22.708	23.801	25.716	26.840	28.305	22.738	27.750	24.282	22.783	25.751	23.184
500	31.913	30.500	26.101	25.232	43.603	27.381	28.698	31.007	32.363	34.129	27.416	33.460	29.279	27.471	31.050	27.954
1000	34.255	32.738	28.017	27.084	46.803	29.390	30.804	33.283	34.738	36.634	29.428	35.915	31.427	29.487	33.329	30.006

## VI.- DETERMINACIÓN DEL GASTO MAXIMO.

### VI.1.- Método Racional Americano.

Este método, basado en las características de la cuenca y en la intensidad de lluvia correspondiente, permite cuantificar la fracción de la precipitación que escurre por la superficie del suelo, desde un punto de vista racional. El método racional se basa en la siguiente ecuación:

$$Q = 0.278 C I A \quad (8)$$

Donde:

Q = Gasto máximo, m<sup>3</sup>/s.

C = Coeficiente de escurrimiento, que representa la fracción de la lluvia que escurre en forma directa.

I = Intensidad de la lluvia, mm/h.

A = Área de la cuenca, km<sup>2</sup>.

Cálculo del Coeficiente de escurrimiento.

La expresión correspondiente es:

$$C = \frac{H_e}{H_{p_d}} \quad (9)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento.

H<sub>e</sub> = Lámina de escurrimiento o exceso de lluvia, mm.

H<sub>p<sub>d</sub></sub> = Lluvia media de diseño, mm, dada por los cuadros 18 y 20.

La lámina de lluvia en exceso se determina empleando la ecuación siguiente:

$$He = \frac{10 \left( \frac{Hp_d}{10} - \frac{508}{N} + 5.08 \right)^2}{\frac{Hp_d}{10} + \frac{2032}{N} - 20.32} \quad (10)$$

En la que

$Hp_d$  = Lluvia media de diseño, mm, dada por los cuadros 18 y 20.

N = Número de curva, dado por la ecuación (1).

De esta manera, al sustituir los valores de  $Hp_d$  y N en las ecuaciones (9) y (10) se determinará la lámina de escurrimiento o en exceso y el coeficiente de escurrimiento. Los resultados se muestran en los cuadros 21, 22, 23 y 24.

Cuadro No. 21 Cálculo de la lluvia en exceso He, Arroyo El Negro.

Tr	Años	Subcuenca													
		1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5		3.789	1.029	0.499	0.405	0.635	0.541	0.497	0.700	0.353	3.519	1.798	1.141	1.671	1.804
10		5.425	1.774	0.985	0.840	1.198	1.058	0.985	1.282	0.769	5.019	2.835	1.869	2.552	2.784
25		7.756	2.943	1.793	1.579	2.117	1.916	1.798	2.221	1.488	7.153	4.391	2.982	3.853	4.239
50		9.641	3.951	2.516	2.247	2.929	2.681	2.527	3.046	2.146	8.875	5.695	3.927	4.931	5.449
100		11.610	5.049	3.321	2.996	3.827	3.531	3.338	3.952	2.888	10.672	7.090	4.946	6.076	6.738
500		16.519	7.935	5.490	5.030	6.229	5.820	5.526	6.366	4.916	15.148	10.676	7.590	8.992	10.030
1000		18.747	9.298	6.533	6.014	7.379	6.921	6.579	7.516	5.903	17.177	12.342	8.828	10.338	11.552

Cuadro No. 22 Cálculo de la lluvia en exceso He, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr	Años	Subcuenca															
		1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5		2.579	0.874	0.385	0.286	3.685	0.422	1.535	2.104	2.720	3.006	0.717	2.345	2.159	1.218	1.310	1.213
10		3.778	1.548	0.804	0.646	5.361	0.871	2.405	3.168	3.962	4.347	1.296	3.513	3.207	1.975	2.143	1.974
25		5.509	2.618	1.518	1.278	7.774	1.633	3.707	4.726	5.748	6.270	2.224	5.219	4.733	3.126	3.417	3.136
50		6.922	3.548	2.166	1.861	9.737	2.321	4.796	6.012	7.202	7.831	3.035	6.623	5.985	4.101	4.499	4.120
100		8.407	4.566	2.892	2.520	11.796	3.091	5.960	7.372	8.728	9.465	3.926	8.107	7.306	5.149	5.666	5.179
500		12.139	7.256	4.868	4.332	16.960	5.184	8.946	10.822	12.555	13.556	6.290	11.864	10.641	7.864	8.693	7.926
1000		13.842	8.532	5.825	5.216	19.314	6.196	10.331	12.407	14.300	15.417	7.415	13.589	12.169	9.132	10.110	9.210



Cuadro No. 23 Cálculo del coeficiente de escurrimiento C, Arroyo El Negro.

Tr	Años	Subcuenca													
		1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5		0.188	0.064	0.036	0.030	0.043	0.038	0.036	0.049	0.025	0.192	0.103	0.084	0.124	0.116
10		0.232	0.096	0.062	0.054	0.071	0.063	0.061	0.078	0.048	0.237	0.140	0.118	0.163	0.155
25		0.283	0.136	0.096	0.087	0.107	0.098	0.095	0.115	0.079	0.289	0.185	0.161	0.210	0.201
50		0.318	0.165	0.122	0.111	0.133	0.124	0.121	0.142	0.103	0.323	0.217	0.191	0.243	0.234
100		0.349	0.192	0.146	0.135	0.159	0.149	0.145	0.168	0.126	0.354	0.246	0.220	0.273	0.263
500		0.411	0.250	0.201	0.188	0.214	0.203	0.199	0.224	0.178	0.417	0.307	0.280	0.335	0.325
1000		0.435	0.273	0.222	0.210	0.236	0.225	0.221	0.247	0.199	0.440	0.330	0.303	0.358	0.349

Cuadro No. 24 Cálculo del coeficiente de escurrimiento C, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr	Años	Subcuenca															
		1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5		0.161	0.057	0.029	0.023	0.168	0.031	0.106	0.135	0.167	0.175	0.052	0.139	0.147	0.088	0.084	0.086
10		0.203	0.087	0.053	0.044	0.211	0.055	0.144	0.176	0.210	0.219	0.081	0.180	0.188	0.124	0.119	0.121
25		0.253	0.126	0.085	0.074	0.262	0.087	0.189	0.224	0.261	0.269	0.119	0.229	0.237	0.167	0.161	0.165
50		0.287	0.154	0.110	0.098	0.295	0.112	0.221	0.256	0.294	0.304	0.146	0.262	0.270	0.197	0.192	0.195
100		0.318	0.181	0.134	0.120	0.326	0.136	0.250	0.287	0.325	0.334	0.173	0.292	0.301	0.226	0.220	0.223
500		0.380	0.238	0.186	0.172	0.389	0.189	0.312	0.349	0.388	0.397	0.229	0.355	0.363	0.286	0.280	0.284
1000		0.404	0.261	0.208	0.193	0.413	0.211	0.335	0.373	0.412	0.421	0.252	0.378	0.387	0.310	0.303	0.307

a) Intensidad de la lluvia, (*I*).

Se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{K}{(1-e)Tc^e} \quad (11)$$

Donde:

K = Coeficiente, adimensional, dado por los cuadros 17 y 19.

e = Coeficiente, adimensional, determinado a partir de los cuadros 15 y 16.

Tc = Tiempo de concentración, h, determinado en los cuadros 15 y 16.

Así, al sustituir los valores presentados en los cuadros mencionados, en la ecuación (11) se determina el valor de *I*, los valores se muestran en los cuadros 25 y 26.

Cuadro No. 25 Cálculo de la intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno, Arroyo El Negro.

Tr años	Subcuencas													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	86.99	330.49	642.16	713.21	491.23	523.92	607.86	546.18	619.68	165.07	208.75	35.85	694.25	374.57
10	100.60	382.18	742.60	824.76	568.06	605.86	702.94	631.61	716.61	190.89	241.40	41.45	802.84	433.16
25	117.87	447.81	870.13	966.40	665.62	709.91	823.66	740.07	839.67	223.67	282.85	48.57	940.72	507.54
50	130.71	496.60	964.93	1071.69	738.14	787.26	913.40	820.71	931.16	248.04	313.67	53.86	1043.21	562.84
100	143.40	544.81	1058.60	1175.73	809.79	863.68	1002.07	900.38	1021.55	272.12	344.12	59.09	1144.48	617.48
500	172.91	656.91	1276.41	1417.64	976.41	1041.39	1208.25	1085.63	1231.74	328.10	414.93	71.25	1379.96	744.53
1000	185.60	705.12	1370.09	1521.68	1048.07	1117.81	1296.92	1165.31	1322.13	352.18	445.38	76.48	1481.23	799.17

Cuadro No.26 Cálculo de la intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr años	Subcuencas															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	320.43	395.77	786.60	908.47	29.39	639.98	520.74	366.76	299.71	230.60	636.38	254.73	476.28	630.89	364.43	584.62
10	370.55	457.68	909.63	1050.57	33.98	740.09	602.19	424.13	346.59	266.67	735.92	294.58	550.78	729.58	421.43	676.06
25	434.19	536.28	1065.84	1230.98	39.82	867.18	705.61	496.97	406.12	312.46	862.30	345.16	645.37	854.87	493.80	792.16
50	481.50	594.70	1181.97	1365.10	44.16	961.66	782.48	551.11	450.36	346.51	956.25	382.77	715.68	948.01	547.60	878.47
100	528.24	652.44	1296.71	1497.61	48.45	1055.02	858.44	604.61	494.08	380.14	1049.08	970.71	785.16	1040.03	600.76	963.75
500	636.93	786.68	1563.52	1805.76	58.41	1272.10	1035.08	729.02	595.74	458.36	1264.94	506.33	946.71	1254.03	724.37	1162.05
1000	683.67	844.41	1678.26	1938.28	62.70	1365.45	1111.04	782.52	639.46	492.00	1357.77	543.49	1016.18	1346.06	777.53	1247.33

**Nota: Con la metodología empleada, las intensidades calculadas son muy elevadas para la zona, no obstante que el gasto máximo calculado por el método Racional representa valores razonables. El valor de intensidad más alto registrado para duraciones de 5 minutos y un periodo de retorno de 1000 años en la estación “Las Ruinas” es de 350 mm.**

**b) Gasto máximo, ( $Q$ ).**

Para obtener el gasto máximo con el método racional se sustituyen los resultados de  $C$  e  $I$  mostrados en los Cuadros 23, 24, 25 y 26, así como el área mostrada en las tablas 1 a la 30, en la ecuación (8). El gasto máximo se muestra en los cuadros 27 y 28.

Cuadro No. 27 Cálculo del gasto máximo empleando el método racional, Arroyo El Negro.

Tr años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	3.695	0.175	0.128	0.045	0.109	0.100	0.125	0.127	0.075	1.151	0.534	0.010	0.323	0.502
10	5.290	0.303	0.253	0.093	0.205	0.196	0.248	0.232	0.163	1.641	0.842	0.016	0.493	0.774
25	7.564	0.502	0.461	0.174	0.362	0.356	0.453	0.402	0.315	2.339	1.304	0.026	0.744	1.179
50	9.402	0.674	0.646	0.248	0.501	0.498	0.637	0.551	0.454	2.902	1.691	0.034	0.952	1.515
100	11.322	0.861	0.853	0.330	0.655	0.655	0.841	0.715	0.611	3.490	2.106	0.043	1.173	1.874
500	16.109	1.354	1.410	0.555	1.066	1.080	1.393	1.151	1.040	4.953	3.171	0.066	1.737	2.789
1000	18.282	1.586	1.678	0.663	1.263	1.284	1.658	1.359	1.249	5.617	3.666	0.076	1.996	3.213

Cuadro No. 28 Cálculo del gasto máximo empleando el método racional, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr años	Subcuenca															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	1.282	0.192	0.040	0.061	5.577	0.025	0.239	0.628	0.843	0.974	0.231	0.966	0.530	0.203	0.409	0.282
10	1.878	0.339	0.084	0.138	8.115	0.051	0.375	0.946	1.227	1.408	0.417	1.447	0.787	0.329	0.669	0.459
25	2.739	0.574	0.159	0.272	11.766	0.096	0.578	1.412	1.781	2.031	0.716	2.150	1.162	0.522	1.067	0.729
50	3.441	0.778	0.227	0.396	14.738	0.137	0.748	1.796	2.231	2.536	0.977	2.729	1.469	0.684	1.404	0.958
100	4.179	1.001	0.303	0.537	17.855	0.182	0.929	2.202	2.704	3.066	1.263	7.722	1.794	0.859	1.769	1.204
500	6.034	1.590	0.510	0.923	25.672	0.306	1.395	3.232	3.890	4.391	2.024	4.888	2.612	1.312	2.714	1.843
1000	6.881	1.870	0.610	1.111	29.234	0.365	1.611	3.706	4.431	4.994	2.386	5.599	2.988	1.524	3.156	2.141

## VI.2.- Método del hidrograma unitario triangular.

El hidrograma unitario triangular es aquel que resulta del histograma de la lluvia en exceso de una tormenta dada. Las características del hidrograma unitario triangular están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$Q_p = 0.556 \frac{He A}{n T_p} \quad (12)$$

Donde:

He = Precipitación en exceso en el intervalo, mm.

A = Área de la cuenca, km<sup>2</sup>.

n = parámetro, adimensional.

T<sub>p</sub> = Tiempo pico, h.

El área y la precipitación en exceso han sido determinadas anteriormente,  $n$  se determina a partir de la siguiente relación:

$$n = \begin{cases} 2 & \text{Para cuencas con } A < 250 \text{ km}^2 \\ 2 + \frac{A - 250}{1583.33} & \text{Para cuencas con } A \geq 250 \text{ km}^2 \end{cases} \quad (13)$$

Por lo que para las áreas de las cuencas en estudio, mostradas en las tablas 1 a la 30, se empleará  $n = 2$ .

Por su parte, el  $T_p$  se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$T_p = 0.6T_c + \frac{\Delta T}{2} \quad (14)$$

En la que:

$\Delta T$  = intervalo de análisis, h.

Con los valores de  $He$  presentados en los cuadros 21 y 22, el valor del área de la cuenca mostrado en las tablas de la 1 a la 30, y el tiempo de concentración determinado en los cuadros 15 y 16, se calcula el gasto máximo de acuerdo al método del hidrograma unitario triangular. Los resultados se muestran en el cuadro 29 y 30.

Cuadro No. 29 Cálculo del gasto máximo empleando el método del hidrograma unitario triangular, Arroyo El Negro.

Tr Años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	3.359	0.160	0.117	0.041	0.099	0.091	0.114	0.115	0.068	1.046	0.486	0.166	0.293	0.456
10	4.809	0.275	0.230	0.084	0.186	0.179	0.226	0.211	0.148	1.492	0.765	0.273	0.448	0.704
25	6.876	0.456	0.419	0.158	0.329	0.323	0.412	0.365	0.286	2.126	1.185	0.435	0.676	1.072
50	8.547	0.613	0.588	0.225	0.456	0.452	0.579	0.501	0.413	2.638	1.538	0.573	0.866	1.378
100	10.293	0.783	0.775	0.300	0.595	0.596	0.765	0.650	0.555	3.173	1.914	0.721	1.067	1.704
500	14.645	1.231	1.282	0.504	0.969	0.982	1.266	1.047	0.945	4.503	2.883	1.107	1.579	2.536
1000	16.620	1.442	1.526	0.603	1.148	1.168	1.508	1.236	1.135	5.106	3.332	1.287	1.815	2.921

Cuadro No. 30 Cálculo del gasto máximo empleando el método del hidrograma unitario triangular, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr años	Subcuencas															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	1.165	0.174	0.037	0.055	5.070	0.023	0.218	0.571	0.766	0.885	0.210	0.879	0.482	0.185	0.372	0.256
10	1.707	0.308	0.077	0.125	7.377	0.047	0.341	0.860	1.116	1.280	0.379	1.316	0.716	0.300	0.608	0.417
25	2.490	0.522	0.145	0.248	10.696	0.088	0.525	1.283	1.619	1.846	0.651	1.955	1.056	0.474	0.970	0.663
50	3.128	0.707	0.206	0.360	13.398	0.124	0.680	1.633	2.029	2.306	0.888	2.481	1.336	0.622	1.277	0.871
100	3.799	0.910	0.275	0.488	16.232	0.166	0.845	2.002	2.458	2.787	1.149	3.037	1.631	0.781	1.608	1.095
500	5.485	1.446	0.463	0.839	23.338	0.278	1.268	2.939	3.536	3.992	1.840	4.444	2.375	1.193	2.467	1.675
1000	6.255	1.700	0.554	1.010	26.577	0.332	1.464	3.369	4.028	4.540	2.169	5.090	2.716	1.385	2.869	1.947

### VI.3.- Método de Ven Te Chow.

El modelo propuesto por Ven Te Chow se basa en el concepto del hidrograma unitario y del sintético. Es aplicable a una cuenca pequeña en la cual el escurrimiento es sensible a lluvias intensas y de corta duración; y donde predominan las características físicas de la cuenca con respecto a las del cauce. La cuenca pequeña puede variar desde unos cuantos kilómetros cuadrados de extensión hasta un límite que Chow considera de 250 km<sup>2</sup>. La ecuación que define al gasto máximo es la siguiente:

$$Q = A X Y Z \quad (15)$$

Donde:

A = Área de la cuenca, km<sup>2</sup>.

X = Factor de escurrimiento, a dimensional.

Y = Factor climático, a dimensional.

Z = Factor de reducción del pico, a dimensional.

Para el cálculo de X está dado por la siguiente ecuación:

$$X = \frac{He}{Tc} \quad (16)$$

Donde:

He = Lluvia en exceso, mm

Tc = Tiempo de concentración, h

La precipitación en exceso y el tiempo de concentración se determinaron antes, estos valores pueden observarse en los cuadros 15, 16, 21 y 22 respectivamente.

Cuadro No. 31 El cálculo de X para El Arroyo El Negro.

Tr Años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	16.311	21.314	23.285	21.517	21.336	19.656	21.668	26.754	15.776	31.765	21.445	55.478	85.817	43.517
10	23.353	36.755	45.945	44.603	40.234	38.445	42.945	49.029	34.326	45.311	33.802	90.832	131.05	67.147
25	33.39	60.974	83.665	83.823	71.088	69.607	78.43	84.945	66.459	64.574	52.356	144.93	197.85	102.24
50	41.505	81.867	117.39	119.3	98.366	97.409	110.19	116.46	95.833	80.124	67.911	190.85	253.23	131.44
100	49.98	104.62	154.92	159.04	128.52	128.31	145.56	151.14	128.94	96.349	84.55	240.38	312.04	162.52
500	71.115	164.41	256.11	267.02	209.18	211.5	240.98	243.42	219.53	136.75	127.31	368.93	461.81	241.93
1000	80.705	192.64	304.8	319.27	247.78	251.49	286.92	287.41	263.58	155.07	147.17	429.09	530.89	278.64

Cuadro No. 32 El cálculo de X para El Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr Años	Subcuenca															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	51.471	22.539	23.032	20.503	4.9362	19.606	55.361	49.469	50.077	40.371	33.075	35.493	69.796	55.614	30.553	50.432
10	75.402	39.92	48.143	46.253	7.1827	40.469	86.738	74.474	72.925	58.384	59.793	53.156	103.7	90.139	49.991	82.072
25	109.95	67.521	90.947	91.494	10.414	75.854	133.7	111.12	105.8	84.204	102.61	78.972	153.04	142.7	79.725	130.34
50	138.15	91.514	129.74	133.16	13.044	107.83	172.99	141.35	132.57	105.17	140.05	100.22	193.53	187.19	104.96	171.25
100	167.79	117.77	173.24	180.33	15.803	143.63	214.97	173.33	160.66	127.12	181.15	122.68	236.24	235.05	132.18	215.3
500	242.26	187.15	291.58	310.01	22.722	240.84	322.66	254.43	231.11	182.06	290.22	179.53	344.07	358.98	202.8	329.47
1000	276.27	220.06	348.9	373.29	25.875	287.86	372.61	291.72	263.23	207.05	342.12	205.63	393.49	416.87	235.85	382.84

Para determinar el factor climático ( $Y$ ), se emplea la siguiente expresión:

$$Y = 2.78 \frac{hp}{hb} \quad (17)$$

Donde:

$hp$  = Altura de precipitación en la duración de la tormenta, mm.

$hp_b$  = Altura de precipitación en la estación base, en la duración de la tormenta, mm.

Para el cálculo del factor  $Y$ , y como se trata de una cuenca pequeña con sólo una estación de lluvia analizada, se supone que  $h_p = h_{p_b}$ ; por lo que la ecuación (17) se simplifica como sigue:

$$Y = 0.278 \quad (18)$$

Para determinar el parámetro  $Z$  de la ecuación (15), se calcula la relación entre el tiempo de concentración y el tiempo de retraso ( $T_c/tr$ ). Este último está definido como:

$$tr = 0.00505 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64} \quad (19)$$

Donde:

$tr$  = tiempo de retraso, h.

$L$  = Longitud del cauce principal, m, presentado en las tablas de la 1 a la 30.

$S$  = Pendiente media del cauce, porcentaje, dado en las tablas de la 1 a la 30.

Por lo que el tiempo de retraso para la subcuencas estudiadas es de:

Cuadro No. 33

Subcuenca	tr
1	0.304
1-1	0.078
1-2	0.039
1-3	0.034
1-4	0.052
1-5	0.047
1-6	0.042
1-7	0.047
1-8	0.041
2	0.156
3	0.134
3-1	0.038
4	0.037
5	0.068



Cuadro No. 34

Subcuenca	tr
1	0.089
2	0.068
3	0.032
4	0.028
5	0.810
5-1	0.039
5-2	0.049
5-3	0.070
6	0.087
7	0.115
7-1	0.039
8	0.104
8-1	0.053
8-2	0.039
9	0.075
9-1	0.042

Por lo que  $\frac{Tc}{tr}$  resulta de:

Cuadro No. 35

Subcuenca	TC/tr
1	0.76
1-1	0.62
1-2	0.55
1-3	0.55
1-4	0.57
1-5	0.59
1-6	0.54
1-7	0.55
1-8	0.55
2	0.71
3	0.63
3-1	0.54
4	0.53
5	0.61

Cuadro No. 36

Subcuenca	TC/tr
1	0.57
2	0.57
3	0.52
4	0.50
5	0.92
5-1	0.55
5-2	0.57
5-3	0.61
6	0.62
7	0.65
7-1	0.55
8	0.63
8-1	0.59
8-2	0.56
9	0.57
9-1	0.57

(21)

El método de Chow establece que si la relación entre el tiempo de concentración y el tiempo de retraso es mayor a dos, entonces el factor  $Z$  es igual a 1, de lo contrario es necesario determinar dicho factor a través de la figura No. 1 del Instructivo de referencia, la cual emplea como dato de entrada la relación entre el tiempo de concentración y el de retraso. En este caso, de la ecuación (21) se tiene que para todas las subcuencas se cumple que:  $\frac{T_c}{tr} < 2$ , por lo que de la figura arriba mencionada se tiene:

Cuadro No. 37

Subcuenca	Z
1	0.53
1-1	0.46
1-2	0.43
1-3	0.43
1-4	0.45
1-5	0.46
1-6	0.44
1-7	0.43
1-8	0.43
2	0.51
3	0.47
3-1	0.42
4	0.4
5	0.46

Cuadro No. 38

Subcuenca	Z
1	0.44
2	0.44
3	0.4
4	0.39
5	0.63
5-1	0.44
5-2	0.44
5-3	0.46
6	0.46
7	0.49
7-1	0.44
8	0.47
8-1	0.45
8-2	0.44
9	0.44
9-1	0.44

Finalmente, con los valores de  $X$  mostrados en los cuadros 31 y 32, así como los valores de  $A$ ,  $Y$  y  $Z$  dados en las tablas del 1 a la 30 y los cuadros 37 y 38, las referencias 18 y 22, respectivamente, se determina el gasto máximo con este método, cuyos resultados se muestran en los cuadros 39 y 40.

Cuadro No. 39 Cálculo del gasto máximo empleando el método de Ven Te Chow, Arroyo El Negro.

Tr Años	Subcuenca													
	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5
5	1.958	0.081	0.055	0.019	0.049	0.046	0.055	0.054	0.032	0.587	0.251	0.079	0.129	0.231
10	2.804	0.139	0.109	0.04	0.092	0.09	0.109	0.1	0.07	0.837	0.396	0.129	0.197	0.356
25	4.01	0.231	0.198	0.075	0.163	0.164	0.199	0.173	0.135	1.193	0.613	0.206	0.298	0.542
50	4.984	0.31	0.278	0.107	0.226	0.229	0.28	0.237	0.195	1.48	0.795	0.271	0.381	0.697
100	6.002	0.396	0.367	0.142	0.295	0.301	0.37	0.307	0.263	1.78	0.99	0.341	0.469	0.862
500	8.54	0.623	0.606	0.239	0.48	0.497	0.613	0.495	0.447	2.526	1.49	0.524	0.695	1.283
1000	9.691	0.73	0.722	0.285	0.568	0.591	0.73	0.584	0.537	2.865	1.723	0.609	0.799	1.478

Cuadro No. 40 Cálculo del gasto máximo empleando el método de Ven Te Chow, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr Años	Subcuenca															
	1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	0.564	0.084	0.016	0.024	3.514	0.011	0.105	0.289	0.388	0.477	0.102	0.454	0.238	0.089	0.18	0.124
10	0.826	0.149	0.034	0.054	5.113	0.023	0.165	0.435	0.565	0.69	0.183	0.68	0.354	0.145	0.294	0.202
25	1.205	0.252	0.064	0.106	7.413	0.042	0.254	0.649	0.819	0.995	0.315	1.011	0.523	0.229	0.469	0.321
50	1.514	0.342	0.091	0.155	9.285	0.06	0.329	0.826	1.026	1.243	0.43	1.283	0.661	0.301	0.618	0.421
100	1.839	0.44	0.121	0.209	11.25	0.08	0.409	1.013	1.244	1.502	0.556	1.57	0.807	0.378	0.778	0.53
500	2.655	0.7	0.204	0.36	16.17	0.134	0.614	1.487	1.789	2.151	0.891	2.297	1.176	0.577	1.194	0.811
1000	3.028	0.823	0.244	0.433	18.42	0.161	0.709	1.705	2.038	2.447	1.05	2.632	1.344	0.67	1.389	0.942

VI.4.- Resumen de los gastos máximos obtenidos con los 3 métodos empleados.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos a partir del método racional, hidrograma unitario triangular y Ven Te Chow.

Cuadro No. 41 Resumen de los gastos máximos obtenidos a través de diferentes métodos, Arroyo el Negro.

Tr años	Método	Subcuenca														
		1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	2	3	3-1	4	5	
5	Racional	3.6955	0.1755	0.1282	0.0447	0.1087	0.1004	0.1252	0.1265	0.0747	1.1506	0.5341	0.1831	0.3227	0.5011	
	HUT	3.3589	0.1595	0.1166	0.0406	0.0988	0.0913	0.1138	0.115	0.0679	1.046	0.4856	0.1665	0.2934	0.4561	
	Chow	1.9582	0.0807	0.0551	0.0192	0.0489	0.0462	0.0551	0.0544	0.0321	0.5868	0.251	0.0787	0.1291	0.2308	
10	Racional	5.2911	0.3026	0.253	0.0927	0.205	0.1964	0.2482	0.2319	0.1626	1.6412	0.8419	0.2998	0.4928	0.7733	
	HUT	4.8091	0.2751	0.23	0.0842	0.1864	0.1785	0.2256	0.2108	0.1478	1.492	0.7654	0.2725	0.448	0.7038	
	Chow	2.8043	0.1392	0.1088	0.0398	0.0923	0.0903	0.1092	0.0997	0.0699	0.837	0.3957	0.1289	0.1971	0.3561	
25	Racional	7.5651	0.502	0.4607	0.1741	0.3623	0.3555	0.4533	0.4017	0.3148	2.339	1.304	0.4783	0.744	1.1774	
	HUT	6.876	0.4564	0.4188	0.1583	0.3293	0.3232	0.4121	0.3652	0.2862	2.1263	1.1855	0.4349	0.6764	1.0716	
	Chow	4.0095	0.2309	0.1981	0.0749	0.163	0.1635	0.1994	0.1727	0.1354	1.1929	0.6129	0.2057	0.2976	0.5422	
50	Racional	9.4037	0.6741	0.6464	0.2478	0.5013	0.4975	0.6368	0.5508	0.4539	2.9022	1.6915	0.6299	0.9523	1.5137	
	HUT	8.5471	0.6128	0.5876	0.2253	0.4557	0.4523	0.579	0.5007	0.4127	2.6384	1.5377	0.5727	0.8657	1.3777	
	Chow	4.984	0.3101	0.2779	0.1066	0.2256	0.2288	0.2802	0.2368	0.1952	1.4801	0.795	0.2709	0.3809	0.6971	
100	Racional	11.324	0.8614	0.853	0.3304	0.6549	0.6553	0.8412	0.7148	0.6108	3.4899	2.1059	0.7934	1.1735	1.8717	
	HUT	10.293	0.7831	0.7755	0.3003	0.5954	0.5957	0.7648	0.6498	0.5552	3.1726	1.9145	0.7213	1.0668	1.7035	
	Chow	6.0018	0.3962	0.3668	0.1421	0.2947	0.3014	0.3701	0.3073	0.2626	1.7798	0.9898	0.3412	0.4694	0.862	
500	Racional	16.112	1.3536	1.4102	0.5547	1.066	1.0802	1.3927	1.1512	1.0398	4.9533	3.171	1.2177	1.7367	2.7861	
	HUT	14.645	1.2306	1.282	0.5043	0.9691	0.982	1.2661	1.0465	0.9453	4.503	2.8827	1.107	1.5788	2.5358	
	Chow	8.5396	0.6227	0.6064	0.2385	0.4797	0.4969	0.6128	0.495	0.4471	2.5262	1.4903	0.5236	0.6947	1.2831	
1000	Racional	18.285	1.5861	1.6783	0.6632	1.2627	1.2844	1.6583	1.3592	1.2485	5.6167	3.6657	1.4162	1.9964	3.2089	
	HUT	16.62	1.4419	1.5257	0.6029	1.1479	1.1677	1.5075	1.2356	1.135	5.1061	3.3324	1.2875	1.815	2.9206	
	Chow	9.6913	0.7296	0.7217	0.2852	0.5682	0.5908	0.7296	0.5844	0.5368	2.8645	1.7229	0.609	0.7986	1.4778	

Cuadro No 42 Resumen de los gastos máximos obtenidos a través de diferentes métodos, Arroyo Plan de Guadalupe.

Tr años	Método	Subcuenca															
		1	2	3	4	5	5-1	5-2	5-3	6	7	7-1	8	8-1	8-2	9	9-1
5	Racional	1.282	0.1915	0.0403	0.061	5.4736	0.0249	0.2393	0.6285	0.8429	0.9736	0.2307	0.9664	0.5299	0.2033	0.4088	0.2821
	HUT	1.1654	0.1741	0.0366	0.0555	5.0739	0.0226	0.2176	0.5714	0.7662	0.8851	0.2097	0.8786	0.4818	0.1848	0.3716	0.2564
	Chow	0.5641	0.0843	0.0161	0.0238	3.4484	0.0109	0.1053	0.2891	0.3877	0.4771	0.1015	0.4542	0.2385	0.0894	0.1799	0.1241
10	Racional	1.878	0.3392	0.0842	0.1376	7.9641	0.0514	0.375	0.9462	1.2274	1.4081	0.417	1.4474	0.7874	0.3295	0.6689	0.4591
	HUT	1.7073	0.3084	0.0765	0.1251	7.3826	0.0467	0.3409	0.8601	1.1159	1.2801	0.3791	1.3158	0.7158	0.2995	0.6081	0.4173
	Chow	0.8263	0.1493	0.0337	0.0537	5.0174	0.0226	0.165	0.4352	0.5646	0.6899	0.1835	0.6803	0.3543	0.145	0.2943	0.202
25	Racional	2.7386	0.5738	0.159	0.2723	11.546	0.0963	0.578	1.4118	1.7809	2.0307	0.7157	2.1503	1.162	0.5216	1.0668	0.7291
	HUT	2.4896	0.5216	0.1445	0.2475	10.703	0.0875	0.5254	1.2834	1.619	1.8461	0.6506	1.9548	1.0563	0.4742	0.9698	0.6628
	Chow	1.205	0.2525	0.0636	0.1062	7.2742	0.0424	0.2543	0.6494	0.8192	0.9951	0.3149	1.0106	0.5229	0.2295	0.4694	0.3208
50	Racional	3.4409	0.7777	0.2268	0.3963	14.462	0.1369	0.7478	1.7958	2.2314	2.5363	0.9768	2.7288	1.4694	0.6842	1.4045	0.9579
	HUT	3.1281	0.707	0.2062	0.3603	13.406	0.1244	0.6799	1.6325	2.0286	2.3057	0.888	2.4808	1.3358	0.622	1.2768	0.8708
	Chow	1.514	0.3422	0.0907	0.1546	9.1109	0.0602	0.3291	0.826	1.0264	1.2428	0.4298	1.2826	0.6612	0.301	0.618	0.4215
100	Racional	4.179	1.0008	0.3028	0.5367	17.52	0.1823	0.9293	2.2021	2.7042	3.0658	1.2634	3.3403	1.7936	0.8591	1.7686	1.2043
	HUT	3.7991	0.9098	0.2753	0.4879	16.241	0.1657	0.8448	2.0019	2.4584	2.7871	1.1486	3.0367	1.6306	0.781	1.6078	1.0948
	Chow	1.8388	0.4403	0.1211	0.2093	11.038	0.0802	0.4089	1.013	1.2439	1.5022	0.5559	1.57	0.8071	0.378	0.7782	0.5299
500	Racional	6.034	1.5904	0.5097	0.9226	25.189	0.3057	1.3948	3.2325	3.89	4.3907	2.0242	4.8883	2.6124	1.3121	2.7136	1.8429
	HUT	5.4855	1.4458	0.4634	0.8387	23.35	0.2779	1.268	2.9386	3.5364	3.9915	1.8402	4.4439	2.3749	1.1928	2.4669	1.6753
	Chow	2.655	0.6998	0.2039	0.3598	15.869	0.1345	0.6137	1.4869	1.7894	2.1514	0.8906	2.2975	1.1756	0.5773	1.194	0.8109
1000	Racional	6.881	1.87	0.0482	1.1109	28.685	0.3654	1.6108	3.7061	4.4306	4.9935	2.3861	5.599	2.9876	1.5237	3.1558	2.1414
	HUT	6.2555	1.7	0.5544	1.0099	26.59	0.3321	1.4644	3.3692	4.0278	4.5396	2.1692	5.09	2.716	1.3852	2.8689	1.9467
	Chow	3.0276	0.8228	0.244	0.4332	18.071	0.1608	0.7087	1.7048	2.0381	2.4468	1.0499	2.6315	1.3444	0.6704	1.3886	0.9422

## VII.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para determinar el ancho de zona federal correspondiente al cauce de las subcuencas del arroyo Plan de Guadalupe, se utilizará en el análisis hidráulico el gasto resultante para un periodo de retorno de 5 años por el método Racional, que es el gasto mayor obtenido con los tres métodos analizados.

Una vez obtenido el gasto para un  $Tr = 5$  años, de las cuencas 1) El Negro y 2) Plan de Guadalupe, se obtuvo el gasto correspondiente a los afluentes de dichas subcuencas, de manera proporcional a sus áreas, teniéndose los siguientes gastos para cada una de ellas:

Cuadro No. 43 Gastos máximos para la cuenca 1) El Negro y sus afluentes.

Subcuenca	Área km <sup>2</sup>	Q (Tr=5 ) m <sup>3</sup> /s
1	0.815	3.695
1-1	0.030	0.175
1-2	0.020	0.128
1-3	0.007	0.045
1-4	0.018	0.109
1-5	0.018	0.100
1-6	0.021	0.125
1-7	0.017	0.127
1-8	0.017	0.075
2	0.130	1.151
3	0.090	0.534
3-1	0.012	0.183
4	0.014	0.323
5	0.041	0.501

Cuadro No. 44 Gastos máximos para la cuenca 2) Plan de Guadalupe y sus afluentes.

Subcuenca	Área km <sup>2</sup>	Q (Tr=5 ) m <sup>3</sup> /s
1	0.090	1.282
2	0.031	0.192
3	0.006	0.040
4	0.011	0.061
5	4.064	5.474
5-1	0.005	0.025
5-2	0.016	0.239
5-3	0.046	0.628
6	0.061	0.843
7	0.087	0.974
7-1	0.025	0.231
8	0.098	0.966
8-1	0.027	0.530
8-2	0.013	0.203
9	0.048	0.409
9-1	0.020	0.282

#### VII.1.- Programa de simulación hidrológica Hec-ras.

El análisis hidráulico consiste en determinar las condiciones de funcionamiento hidráulico del cauce en el tramo donde se realizará la delimitación de la zona federal cuando se transita el caudal de diseño ( $Q_5$ ), gasto correspondiente al Método Racional.

La determinación de las condiciones de funcionamiento fueron obtenidas por medio del Modelo HEC - RAS versión 4.0.

Se realizó el levantamiento topográfico del cauce, cuyos resultados servirán de base al análisis hidráulico.

**Preparación del Modelo HEC - RAS.** Se alimentó al modelo con la información geométrica del cauce en el sitio de interés, el coeficiente de rugosidad de Manning para el tramo en cuestión y el gasto de escurrimiento definido previamente en el estudio hidrológico.

Con los datos anteriores se procedió a determinar el tirante que alcanza el agua en las secciones de interés y el ancho del espejo del agua. Se calculó la velocidad de la corriente, entre otros valores de parámetros relevantes.

Con base en los resultados de las corridas del modelo HEC RAS se dibujó el plano de delimitación de zona federal. Señalando la zona federal en planta y secciones, incluyendo los datos más relevantes a continuación se presentan las tablas de resultados de las corridas realizadas con en el programa Hec-Ras y sus respectivos planos (las secciones transversales y planta) para cada uno de los arroyos y sus afluentes.





Tabla No. 35 Cuenca 1, Cauce 1-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	210.64	TR = 5 años	0.18	2465.82	2465.94	2465.94	2465.97	0.033446	0.79	0.22	3.8	1.04
Tramo 1	190.64	TR = 5 años	0.18	2463.77	2463.85	2463.92	2464.2	0.575198	2.61	0.07	1.59	4.06
Tramo 1	170.64	TR = 5 años	0.18	2461.05	2461.13	2461.14	2461.17	0.06562	0.9	0.2	4.56	1.38
Tramo 1	150.64	TR = 5 años	0.18	2458.01	2458.1	2458.15	2458.38	0.455676	2.38	0.07	1.7	3.64
Tramo 1	130.64	TR = 5 años	0.18	2456.61	2456.69	2456.69	2456.72	0.042721	0.85	0.21	3.79	1.16
Tramo 1	124.62	TR = 5 años	0.18	2455.01	2455.15	2455.28	2455.97	0.767387	4.01	0.04	0.62	4.82
Tramo 1	110.64	TR = 5 años	0.18	2454.32	2454.38	2454.38	2454.41	0.040381	0.76	0.23	4.72	1.11
Tramo 1	90.64	TR = 5 años	0.18	2452.29	2452.36	2452.41	2452.57	0.374568	2.03	0.09	2.17	3.25
Tramo 1	70.64	TR = 5 años	0.18	2450.23	2450.3	2450.31	2450.34	0.051124	0.89	0.2	3.8	1.26
Tramo 1	50.64	TR = 5 años	0.18	2446.95	2446.98	2447.04	2447.32	1.780733	2.57	0.07	3.89	6.2
Tramo 1	44.18	TR = 5 años	0.18	2445.52	2445.65	2445.69	2445.79	0.084522	1.65	0.11	1.14	1.73
Tramo 1	30.64	TR = 5 años	0.18	2444.59	2444.65	2444.68	2444.7	0.071998	1.01	0.17	3.59	1.47
Tramo 1	24.56	TR = 5 años	0.18	2442.58	2442.69	2442.81	2443.53	0.983674	4.06	0.04	0.76	5.42
Tramo 1	10.64	TR = 5 años	0.18	2442.06	2442.17	2442.17	2442.2	0.035355	0.74	0.24	4.64	1.04

Tabla No. 36 Cuenca 1, Cauce 1-2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	40.29	TR = 5 años	0.13	2449.37	2450.1	2449.57	2450.1	0.000037	0.09	1.46	3.69	0.04
Tramo 1	38.81	TR = 5 años	0.13	2450	2450.07	2450.07	2450.1	0.031529	0.78	0.17	2.75	1.01
Tramo 1	21.11	TR = 5 años	0.13	2447.48	2447.86	2447.61	2447.86	0.000505	0.23	0.55	2.28	0.15
Tramo 1	18.81	TR = 5 años	0.13	2447.74	2447.83	2447.83	2447.85	0.033903	0.66	0.19	4.4	1

Tabla No. 37 Cuenca 1, Cauce 1-3.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	98.93	TR = 5 años	0.05	2470.1	2470.15	2470.15	2470.16	0.042588	0.46	0.1	4.41	1
Tramo 1	78.93	TR = 5 años	0.05	2465.54	2465.55	2465.61	2526.99	2207.775	34.73	0	0.31	171.72
Tramo 1	58.93	TR = 5 años	0.05	2461.67	2461.69	2461.69	2461.7	0.055469	0.48	0.09	4.8	1.11
Tramo 1	38.93	TR = 5 años	0.05	2458.45	2458.49	2458.51	2458.57	0.364219	1.23	0.04	1.89	2.82
Tramo 1	18.93	TR = 5 años	0.05	2454.58	2454.66	2454.66	2454.68	0.036659	0.62	0.07	1.87	1.01

Tabla No. 38 Cuenca 1, Cauce 1-4.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
El Negro	115.62	TR = 5 años	0.11	2475.48	2475.67	2475.67	2475.72	0.028453	0.97	0.11	1.18	1
El Negro	107.8	TR = 5 años	0.11	2474.81	2474.85	2474.88	2475.06	0.916777	2.01	0.05	2.74	4.54
El Negro	87.8	TR = 5 años	0.11	2470.58	2470.71	2470.73	2470.78	0.072053	1.2	0.09	1.45	1.53
El Negro	67.8	TR = 5 años	0.11	2468.63	2468.74	2468.78	2468.86	0.132984	1.52	0.07	1.27	2.04
El Negro	43.95	TR = 5 años	0.11	2463.91	2464.05	2464.12	2464.27	0.194124	2.07	0.05	0.74	2.47
El Negro	33.9	TR = 5 años	0.11	2461.23	2461.33	2461.4	2461.62	0.377041	2.36	0.05	0.9	3.34
El Negro	27.8	TR = 5 años	0.11	2461.14	2461.24	2461.24	2461.27	0.032519	0.7	0.16	3.1	1

Tabla No. 39 Cuenca 1, Cauce 1-5.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rancho S.	148.66	TR = 5 años	0.1	2481.4	2481.5	2481.5	2481.52	0.035409	0.71	0.14	2.94	1.03
Rancho S.	128.66	TR = 5 años	0.1	2478.23	2478.26	2478.31	2479.09	3.71229	4.04	0.02	1.24	9.14
Rancho S.	108.66	TR = 5 años	0.1	2475.09	2475.18	2475.19	2475.22	0.057486	0.85	0.12	2.67	1.3
Rancho S.	88.66	TR = 5 años	0.1	2472	2472.07	2472.13	2472.33	0.487531	2.26	0.04	1.15	3.68
Rancho S.	68.66	TR = 5 años	0.1	2468.96	2469.03	2469.03	2469.06	0.061585	0.76	0.13	3.73	1.29
Rancho S.	61.78	TR = 5 años	0.1	2466.83	2466.92	2467.01	2467.67	1.289734	3.84	0.03	0.61	5.94
Rancho S.	50.92	TR = 5 años	0.1	2465.3	2465.42	2465.45	2465.5	0.06883	1.19	0.08	1.29	1.49
Rancho S.	26.25	TR = 5 años	0.1	2463.08	2463.16	2463.19	2463.25	0.125415	1.35	0.07	1.49	1.93

Tabla No. 40 Cuenca 1, Cauce 1-6.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rancho S.	62.25	TR = 5 años	0.13	2473.63	2473.75	2473.75	2473.78	0.030487	0.76	0.16	2.73	0.99
Rancho S.	56.04	TR = 5 años	0.13	2472.87	2472.96	2473.03	2473.27	0.441819	2.47	0.05	1.05	3.59
Rancho S.	42.25	TR = 5 años	0.13	2470.93	2470.99	2471.01	2471.04	0.135457	0.99	0.13	4.36	1.86
Rancho S.	19.6	TR = 5 años	0.13	2466.59	2466.7	2466.75	2466.89	0.233598	1.96	0.06	1.16	2.68

Tabla No. 41 Cuenca 1, Cauce 1-7.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rancho S.	129.54	TR = 5 años	0.13	2497.3	2497.39	2497.39	2497.42	0.029271	0.74	0.17	2.93	0.97
Rancho S.	116.99	TR = 5 años	0.13	2495.15	2495.19	2495.26	2496.1	3.636636	4.21	0.03	1.39	9.11
Rancho S.	97.02	TR = 5 años	0.13	2490.09	2490.17	2490.17	2490.2	0.040837	0.78	0.16	3.29	1.11
Rancho S.	74.79	TR = 5 años	0.13	2488.92	2489.08	2489.1	2489.15	0.054173	1.19	0.11	1.34	1.35
Rancho S.	57.02	TR = 5 años	0.13	2488	2488.07	2488.05	2488.08	0.007537	0.42	0.3	4.32	0.51
Rancho S.	37.02	TR = 5 años	0.13	2487.65	2487.78	2487.78	2487.81	0.030258	0.8	0.16	2.47	1
Rancho S.	17.02	TR = 5 años	0.13	2484.66	2484.75	2484.86	2486.03	2.082399	5.02	0.03	0.56	7.52
Rancho S.	13.38	TR = 5 años	0.13	2484.32	2484.48	2484.52	2484.62	0.111703	1.67	0.08	0.98	1.91

Tabla No. 42 Cuenca 1, Cauce 1-8.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rancho S.	139.77	TR = 5 años	0.08	2489.36	2489.43	2489.43	2489.45	0.035532	0.6	0.13	3.37	0.99
Rancho S.	129.9	TR = 5 años	0.08	2486.88	2486.94	2487.03	2488.38	3.796445	5.32	0.01	0.46	9.66
Rancho S.	119.77	TR = 5 años	0.08	2486.51	2486.6	2486.61	2486.63	0.050024	0.78	0.1	2.24	1.2
Rancho S.	99.77	TR = 5 años	0.08	2483.24	2483.3	2483.34	2483.6	0.87288	2.43	0.03	1.12	4.67
Rancho S.	79.77	TR = 5 años	0.08	2480.51	2480.59	2480.6	2480.63	0.05694	0.82	0.09	2.17	1.28
Rancho S.	59.77	TR = 5 años	0.08	2474.37	2474.42	2474.52	2478.28	13.36045	8.7	0.01	0.34	17.54
Rancho S.	42.11	TR = 5 años	0.08	2471.8	2471.95	2471.98	2472.05	0.084115	1.38	0.05	0.73	1.62
Rancho S.	39.77	TR = 5 años	0.08	2471.49	2471.53	2471.56	2471.64	0.534485	1.46	0.05	2.77	3.43
Rancho S.	19.77	TR = 5 años	0.08	2470.12	2470.18	2470.18	2470.2	0.035628	0.56	0.13	4	0.98

Tabla No. 43 Cuenca 1, Cauce 2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	567.25	TR = 5 años	1.15	2482.5	2482.79	2482.79	2482.87	0.023707	1.22	0.94	6.41	1.02
Tramo 1	548	TR = 5 años	1.15	2478	2478.23	2478.5	2481.18	1.370424	7.62	0.15	1.31	7.15
Tramo 1	523.07	TR = 5 años	1.15	2473.8	2474.05	2474.15	2474.36	0.104612	2.45	0.47	3.37	2.1
Tramo 1	497.47	TR = 5 años	1.15	2469.97	2470.16	2470.27	2470.59	0.220999	2.89	0.4	3.94	2.91
Tramo 1	464.25	TR = 5 años	1.15	2466.8	2467.14	2467.19	2467.3	0.053896	1.79	0.64	4.5	1.52
Tramo 1	437.45	TR = 5 años	1.15	2465.2	2465.41	2465.46	2465.58	0.077791	1.84	0.63	5.65	1.76
Tramo 1	411.48	TR = 5 años	1.15	2463.15	2463.55	2463.6	2463.7	0.066849	1.74	0.66	5.58	1.62
Tramo 1	386.15	TR = 5 años	1.15	2462.2	2462.51	2462.52	2462.62	0.029067	1.49	0.77	4.52	1.15
Tramo 1	360.39	TR = 5 años	1.15	2460.87	2461.12	2461.16	2461.26	0.055917	1.69	0.68	5.46	1.52
Tramo 1	351.67	TR = 5 años	1.15	2460.42	2460.93	2460.93	2461.05	0.021354	1.55	0.74	3.08	1.01
Tramo 1	322.5	TR = 5 años	1.15	2458.9	2459.12	2459.24	2459.61	0.195567	3.09	0.37	3.01	2.81
Tramo 1	293	TR = 5 años	1.15	2456.85	2457.1	2457.14	2457.24	0.040485	1.65	0.7	4.47	1.34
Tramo 1	269.5	TR = 5 años	1.15	2456.1	2456.49	2456.49	2456.58	0.022924	1.27	0.91	5.66	1.01
Tramo 1	251.04	TR = 5 años	1.15	2454.59	2454.74	2454.85	2455.38	0.494697	3.53	0.33	4.43	4.15
Tramo 1	221.37	TR = 5 años	1.15	2453.52	2453.96	2453.96	2454.03	0.026378	1.16	0.99	7.72	1.04
Tramo 1	203.08	TR = 5 años	1.15	2452.42	2452.64	2452.74	2453.02	0.160428	2.76	0.42	3.47	2.55
Tramo 1	188.61	TR = 5 años	1.15	2452	2452.36	2452.36	2452.46	0.022316	1.36	0.85	4.69	1.02
Tramo 1	170.6	TR = 5 años	1.15	2449.68	2449.82	2449.97	2451.12	1.093542	5.05	0.23	3.26	6.1
Tramo 1	155.43	TR = 5 años	1.15	2448.27	2448.55	2448.6	2448.71	0.050485	1.77	0.65	4.47	1.48
Tramo 1	148.42	TR = 5 años	1.15	2447.9	2448.39	2448.39	2448.55	0.021075	1.73	0.66	2.2	1.01
Tramo 1	122.88	TR = 5 años	1.15	2445.01	2445.19	2445.38	2446.78	0.916758	5.58	0.21	2.2	5.83
Tramo 1	103.58	TR = 5 años	1.15	2444.1	2444.38	2444.4	2444.49	0.034119	1.44	0.8	5.58	1.21
Tramo 1	80.89	TR = 5 años	1.15	2441.67	2441.83	2441.97	2442.54	0.425549	3.73	0.31	3.42	3.97
Tramo 1	53.46	TR = 5 años	1.15	2438.59	2438.85	2438.9	2439.02	0.057352	1.79	0.64	4.81	1.56
Tramo 1	23.07	TR = 5 años	1.15	2435.95	2436.18	2436.27	2436.48	0.130129	2.43	0.47	4.12	2.28

Tabla No. 44 Cuenca 1, Cauce 3.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	369.87	TR = 5 años	0.53	2475.79	2476.05	2476.05	2476.12	0.024412	1.15	0.46	3.44	1
Tramo 1	353.94	TR = 5 años	0.53	2472	2472.15	2472.34	2474.33	1.684138	6.53	0.08	1.06	7.51
Tramo 1	331.61	TR = 5 años	0.53	2469.17	2469.34	2469.38	2469.48	0.076859	1.7	0.31	3.14	1.71
Tramo 1	309.57	TR = 5 años	0.53	2467.69	2467.9	2467.94	2468.02	0.05719	1.53	0.35	3.26	1.49
Tramo 1	291.71	TR = 5 años	0.53	2466.95	2467.12	2467.13	2467.2	0.037249	1.22	0.44	4.12	1.2
Tramo 1	272.13	TR = 5 años	0.53	2465.48	2465.93	2465.79	2465.95	0.003371	0.61	0.88	3.88	0.41
Tramo 1	251	TR = 5 años	0.53	2465.28	2465.67	2465.67	2465.79	0.024472	1.54	0.35	1.48	1.02
Tramo 1	215.31	TR = 5 años	0.53	2464.04	2464.21	2464.27	2464.39	0.072436	1.86	0.29	2.34	1.7
Tramo 1	186.14	TR = 5 años	0.53	2462.56	2462.93	2462.94	2463.02	0.031776	1.31	0.41	2.85	1.1
Tramo 1	165.18	TR = 5 años	0.53	2460.23	2460.41	2460.54	2461.23	0.522681	4.01	0.13	1.51	4.32
Tramo 1	150.84	TR = 5 años	0.53	2459.08	2459.43	2459.47	2459.6	0.040851	1.84	0.29	1.42	1.3
Tramo 1	119.02	TR = 5 años	0.53	2457.16	2457.49	2457.58	2457.77	0.08521	2.37	0.23	1.34	1.84
Tramo 1	97.99	TR = 5 años	0.53	2455.33	2455.57	2455.64	2455.8	0.102076	2.14	0.25	2.14	2
Tramo 1	78.19	TR = 5 años	0.53	2454.38	2454.78	2454.78	2454.91	0.027777	1.59	0.34	1.36	1.02
Tramo 1	72.2	TR = 5 años	0.53	2453.44	2453.59	2453.72	2454.39	0.578307	3.95	0.14	1.71	4.49
Tramo 1	50.51	TR = 5 años	0.53	2452.12	2452.63	2452.63	2452.77	0.027767	1.63	0.33	1.27	1.02
Tramo 1	33.74	TR = 5 años	0.53	2449.41	2449.53	2449.67	2451.15	1.720077	5.65	0.09	1.6	7.41

Tabla No. 45 Cuenca 1, Cauce 3-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
Tramo 1	79.2	TR = 5 años	0.01	2480.89	2480.94	2480.94	2480.95	0.040752	0.47	0.02	0.92	0.98
Tramo 1	59.2	TR = 5 años	0.01	2478.26	2478.27	2478.29	2478.42	2.147049	1.7	0.01	0.72	5.99
Tramo 1	51.28	TR = 5 años	0.01	2476.97	2477	2477	2477.01	0.046211	0.45	0.02	1.09	1.02
Tramo 1	39.2	TR = 5 años	0.01	2474.91	2474.93	2474.96	2476.24	25.13492	5.07	0	0.29	19.79
Tramo 1	21.31	TR = 5 años	0.01	2470.85	2470.89	2470.89	2470.9	0.052913	0.48	0.02	1.06	1.09
Tramo 1	19.2	TR = 5 años	0.01	2470.46	2470.48	2470.5	2470.6	0.923097	1.49	0.01	0.53	4.22

Tabla No. 46 Cuenca 1, Cauce 4.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
Tramo 1	107.21	TR = 5 años	0.32	2483.65	2484.09	2484.09	2484.21	0.03069	1.5	0.22	0.97	1.01
Tramo 1	93	TR = 5 años	0.32	2480.01	2480.23	2480.48	2482.62	1.759537	6.85	0.05	0.42	6.55
Tramo 1	69.39	TR = 5 años	0.32	2477.49	2477.67	2477.72	2477.83	0.068321	1.77	0.18	1.4	1.56
Tramo 1	51.11	TR = 5 años	0.32	2474.08	2474.21	2474.32	2474.91	0.663003	3.72	0.09	1.34	4.65
Tramo 1	36.69	TR = 5 años	0.32	2472.12	2472.35	2472.41	2472.54	0.066995	1.95	0.17	1.05	1.56
Tramo 1	18.2	TR = 5 años	0.32	2466.23	2466.34	2466.49	2468.62	2.800793	6.68	0.05	0.89	9.15

Tabla No. 47 Cuenca 1, Cauce 5.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
Tramo 1	189.37	TR = 5 años	0.5	2488.79	2489.18	2489.18	2489.31	0.026177	1.58	0.32	1.26	1.01
Tramo 1	164.39	TR = 5 años	0.5	2485.55	2485.71	2485.93	2487.29	0.801013	5.57	0.09	0.74	5.11
Tramo 1	141.82	TR = 5 años	0.5	2484.2	2484.5	2484.52	2484.61	0.036456	1.48	0.34	2.1	1.18
Tramo 1	131.07	TR = 5 años	0.5	2483.97	2484.2	2484.21	2484.27	0.025757	1.13	0.44	3.58	1.03
Tramo 1	108.09	TR = 5 años	0.5	2480.32	2480.62	2480.86	2482.35	0.966699	5.84	0.09	0.64	5.1
Tramo 1	87.11	TR = 5 años	0.5	2478.56	2478.87	2478.9	2478.98	0.05213	1.51	0.33	2.78	1.4
Tramo 1	57.28	TR = 5 años	0.5	2472.67	2472.83	2473.01	2474.55	1.220462	5.8	0.09	1.04	6.41

**PLANOS DEL  
NUMERO 6 AL 22**

Tabla No. 48 Cuenca 2, Cauce 1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	212.12	Tr = 5 años	1.28	2450.78	2451.24	2451.24	2451.39	0.020495	1.74	0.74	2.39	1
Tramo 1	188.71	Tr = 5 años	1.28	2445.58	2445.73	2445.95	2449.39	3.214919	8.48	0.15	2.2	10.33
Tramo 1	174.62	Tr = 5 años	1.28	2443.97	2444.44	2444.58	2444.91	0.084214	3.01	0.43	1.58	1.85
Tramo 1	160.36	Tr = 5 años	1.28	2442.18	2442.52	2442.71	2443.24	0.163359	3.78	0.34	1.62	2.64
Tramo 1	139.26	Tr = 5 años	1.28	2437.33	2437.59	2437.74	2438.35	0.351661	3.86	0.33	2.82	3.59
Tramo 1	117.78	Tr = 5 años	1.28	2435.29	2435.68	2435.72	2435.83	0.052897	1.74	0.74	5.3	1.48
Tramo 1	101.38	Tr = 5 años	1.28	2434.84	2435.13	2435.14	2435.23	0.025931	1.43	0.9	5.13	1.09
Tramo 1	74.46	Tr = 5 años	1.28	2432.31	2432.4	2432.49	2433.11	0.953229	3.74	0.34	6.97	5.39
Tramo 1	39.03	Tr = 5 años	1.28	2431.47	2431.65	2431.65	2431.73	0.028651	1.26	1.01	7.54	1.1
Tramo 1	1.16	Tr = 5 años	1.28	2429.54	2429.69	2429.73	2429.83	0.109676	1.65	0.78	10.74	1.95

Tabla No. 49 Cuenca 2, Cauce 2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	107.39	Tr = 5 años	0.19	2440.44	2440.58	2440.58	2440.62	0.03175	0.85	0.23	3.25	1.03
Tramo 1	100.09	Tr = 5 años	0.19	2439.54	2439.65	2439.73	2440.01	0.440664	2.66	0.07	1.3	3.6
Tramo 1	90.39	Tr = 5 años	0.19	2438.38	2438.5	2438.52	2438.59	0.067202	1.37	0.14	1.66	1.51
Tramo 1	75.74	Tr = 5 años	0.19	2437.34	2437.5	2437.53	2437.59	0.069217	1.38	0.14	1.74	1.56
Tramo 1	62.53	Tr = 5 años	0.19	2436.77	2436.93	2436.94	2437.01	0.051106	1.28	0.15	1.65	1.35
Tramo 1	37.41	Tr = 5 años	0.19	2433.14	2433.27	2433.36	2433.86	0.619213	3.41	0.06	0.86	4.27
Tramo 1	26.16	Tr = 5 años	0.19	2431.32	2431.43	2431.47	2431.54	0.093453	1.41	0.14	2.01	1.73

Tabla No. 50 Cuenca 2, Cauce 3.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	69.59	Tr = 5 años	0.04	2449.89	2449.99	2449.99	2450.01	0.03475	0.66	0.06	1.38	1
Tramo 1	51.42	Tr = 5 años	0.04	2445.03	2445.07	2445.13	2446.3	5.915419	4.91	0.01	0.42	11.31
Tramo 1	36.33	Tr = 5 años	0.04	2442.48	2442.66	2442.57	2442.66	0.000939	0.21	0.19	1.53	0.19
Tramo 1	12.76	Tr = 5 años	0.04	2442.48	2442.57	2442.57	2442.59	0.035793	0.66	0.06	1.39	1

Tabla No. 51 Cuenca 2, Cauce 4.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	73.16	Tr = 5 años	0.06	2453.62	2453.68	2453.68	2453.69	0.031222	0.48	0.13	4.28	0.9
Tramo 1	61.8	Tr = 5 años	0.06	2450.46	2450.5	2450.54	2450.72	1.166587	2.08	0.03	1.68	5.01
Tramo 1	51.13	Tr = 5 años	0.06	2447.33	2447.41	2447.44	2447.5	0.133262	1.35	0.05	0.96	1.98
Tramo 1	43.61	Tr = 5 años	0.06	2446	2446.08	2446.11	2446.21	0.226993	1.59	0.04	0.94	2.52
Tramo 1	36.03	Tr = 5 años	0.06	2444.81	2444.87	2444.88	2444.94	0.12706	1.21	0.05	1.21	1.9
Tramo 1	22.85	Tr = 5 años	0.06	2440.81	2440.88	2440.93	2441.32	0.948784	2.94	0.02	0.59	4.98





Tabla No. 53 Cuenca 2, Cauce 5-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	85.01	TR = 5 años	0.03	2414.38	2414.46	2414.46	2414.48	0.035216	0.64	0.04	0.95	1
Tramo 1	65.01	TR = 5 años	0.03	2410.2	2410.23	2410.25	2410.33	0.372299	1.33	0.02	0.88	2.92
Tramo 1	45.01	TR = 5 años	0.03	2408	2408.07	2408.03	2408.08	0.002282	0.22	0.11	1.71	0.27
Tramo 1	38.93	TR = 5 años	0.03	2408	2408.02	2408.02	2408.04	0.070476	0.56	0.04	2.22	1.26
Tramo 1	33.1	TR = 5 años	0.03	2407.41	2407.43	2407.44	2407.46	0.149581	0.73	0.03	2	1.78
Tramo 1	25.01	TR = 5 años	0.03	2406.58	2406.63	2406.64	2406.66	0.071468	0.67	0.04	1.42	1.33
Tramo 1	16.08	TR = 5 años	0.03	2405.3	2405.32	2405.33	2405.35	0.443014	0.8	0.03	3.62	2.75
Tramo 1	9.48	TR = 5 años	0.03	2404.7	2404.77	2404.77	2404.79	0.040192	0.61	0.04	1.15	1.04
Tramo 1	5.01	TR = 5 años	0.03	2403.41	2403.45	2403.5	2404.14	3.554325	3.69	0.01	0.37	8.71
Tramo 1	0	TR = 5 años	0.03	2402.36	2402.43	2402.44	2402.48	0.099649	0.97	0.03	0.72	1.63

Tabla No. 54 Cuenca 2, Cauce 5-2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	140.33	TR = 5 años	0.24	2450.98	2451.12	2451.12	2451.15	0.029818	0.83	0.29	4.15	1.01
Tramo 1	132.81	TR = 5 años	0.24	2449	2449.05	2449.12	2449.85	2.525372	3.95	0.06	2.36	7.86
Tramo 1	126.91	TR = 5 años	0.24	2447.63	2447.74	2447.78	2447.85	0.110937	1.44	0.17	2.82	1.89
Tramo 1	112.81	TR = 5 años	0.24	2445.04	2445.15	2445.21	2445.4	0.303097	2.24	0.11	1.98	3.07
Tramo 1	105.18	TR = 5 años	0.24	2443.84	2443.99	2444.03	2444.12	0.101329	1.61	0.15	1.97	1.87
Tramo 1	92.81	TR = 5 años	0.24	2442.11	2442.24	2442.28	2442.4	0.202673	1.77	0.13	2.61	2.49
Tramo 1	72.81	TR = 5 años	0.24	2436.93	2437.06	2437.13	2437.39	0.315434	2.54	0.09	1.47	3.21
Tramo 1	52.81	TR = 5 años	0.24	2433.17	2433.38	2433.45	2433.63	0.134981	2.21	0.11	1.03	2.18
Tramo 1	32.81	TR = 5 años	0.24	2430.04	2430.17	2430.2	2430.3	0.296941	1.61	0.15	4.43	2.81
Tramo 1	12.81	TR = 5 años	0.24	2425.2	2425.28	2425.32	2425.44	0.312684	1.81	0.13	3.45	2.96

Tabla No. 55 Cuenca 2, Cauce 5-3.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	255.51	Tr = 5 años	0.63	2469.37	2469.61	2469.61	2469.67	0.024066	1.09	0.58	4.74	0.99
Tramo 1	236.37	Tr = 5 años	0.63	2464.88	2465.01	2465.22	2468.49	3.166595	8.26	0.08	1.11	10.09
Tramo 1	235.51	Tr = 5 años	0.63	2464.29	2464.43	2464.59	2466.43	1.819699	6.27	0.1	1.48	7.7
Tramo 1	215.51	Tr = 5 años	0.63	2459.36	2459.55	2459.6	2459.7	0.090395	1.76	0.36	3.85	1.84
Tramo 1	209.45	Tr = 5 años	0.63	2458.92	2459.14	2459.18	2459.26	0.057961	1.55	0.41	3.77	1.51
Tramo 1	199.09	Tr = 5 años	0.63	2457.37	2457.62	2457.75	2458.16	0.226681	3.26	0.19	1.52	2.92
Tramo 1	188.85	Tr = 5 años	0.63	2455.9	2456.12	2456.21	2456.42	0.12221	2.42	0.26	2.12	2.21
Tramo 1	175.51	Tr = 5 años	0.63	2452.09	2452.21	2452.34	2453.09	0.724004	4.15	0.15	2.13	4.96
Tramo 1	155.51	Tr = 5 años	0.63	2447.26	2447.43	2447.5	2447.69	0.17034	2.26	0.28	3.28	2.48
Tramo 1	135.51	Tr = 5 años	0.63	2445.26	2445.45	2445.49	2445.57	0.069956	1.55	0.41	4.37	1.62
Tramo 1	115.51	Tr = 5 años	0.63	2442.48	2442.62	2442.71	2442.99	0.303385	2.68	0.23	3.32	3.22
Tramo 1	111.96	Tr = 5 años	0.63	2441.7	2441.92	2442.01	2442.25	0.148495	2.52	0.25	2.22	2.41
Tramo 1	100.88	Tr = 5 años	0.63	2439.49	2439.66	2439.76	2440.07	0.270608	2.83	0.22	2.66	3.12
Tramo 1	92.17	Tr = 5 años	0.63	2436.62	2436.78	2436.88	2437.34	0.427025	3.34	0.19	2.46	3.86
Tramo 1	60.06	Tr = 5 años	0.63	2433.46	2433.61	2433.63	2433.69	0.048906	1.32	0.48	5.02	1.36
Tramo 1	50.67	Tr = 5 años	0.63	2431.95	2432.03	2432.12	2432.53	0.63238	3.12	0.2	3.96	4.41
Tramo 1	35.51	Tr = 5 años	0.63	2430.7	2430.93	2430.95	2431.01	0.035172	1.25	0.5	4.41	1.19
Tramo 1	25.44	Tr = 5 años	0.63	2428.8	2428.93	2429.05	2429.92	0.942153	4.42	0.14	2.22	5.57

Tabla No. 56 Cuenca 2, Cauce 6.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	330.55	TR = 5 años	0.84	2465.29	2465.59	2465.59	2465.68	0.022364	1.3	0.65	3.78	1.01
Tramo 1	318.71	TR = 5 años	0.84	2462	2462.15	2462.34	2464.34	1.646566	6.55	0.13	1.67	7.54
Tramo 1	308.53	TR = 5 años	0.84	2459.94	2460.17	2460.25	2460.45	0.134748	2.37	0.36	3.27	2.29
Tramo 1	293.41	TR = 5 años	0.84	2456	2456.17	2456.31	2457.02	0.529569	4.08	0.21	2.36	4.39
Tramo 1	285.55	TR = 5 años	0.84	2454.11	2454.3	2454.39	2454.63	0.176897	2.56	0.33	3.32	2.6
Tramo 1	271.29	TR = 5 años	0.84	2450	2450.21	2450.36	2450.99	0.38689	3.92	0.21	2.03	3.84
Tramo 1	258.27	TR = 5 años	0.84	2448	2448.24	2448.31	2448.49	0.10385	2.21	0.38	3.19	2.05
Tramo 1	239.38	TR = 5 años	0.84	2445.06	2445.3	2445.42	2445.79	0.205164	3.09	0.27	2.29	2.86
Tramo 1	219.42	TR = 5 años	0.84	2441.99	2442.18	2442.27	2442.49	0.132016	2.47	0.34	2.9	2.3
Tramo 1	194.62	TR = 5 años	0.84	2438.56	2438.74	2438.84	2439.09	0.156708	2.62	0.32	2.85	2.49
Tramo 1	162.67	TR = 5 años	0.84	2436	2436.34	2436.39	2436.52	0.047438	1.87	0.45	2.64	1.44
Tramo 1	149.24	TR = 5 años	0.84	2434.92	2435.19	2435.29	2435.53	0.122475	2.6	0.32	2.39	2.25
Tramo 1	141.14	TR = 5 años	0.84	2434.27	2434.57	2434.64	2434.78	0.066104	2.06	0.41	2.7	1.68
Tramo 1	128.03	TR = 5 años	0.84	2433.12	2433.37	2433.45	2433.65	0.116852	2.36	0.36	2.96	2.17
Tramo 1	99.72	TR = 5 años	0.84	2428.71	2429.11	2429.28	2429.72	0.16441	3.46	0.24	1.23	2.48
Tramo 1	85	TR = 5 años	0.84	2427.04	2427.34	2427.44	2427.67	0.11079	2.56	0.33	2.19	2.11
Tramo 1	67.68	TR = 5 años	0.84	2425.04	2425.17	2425.25	2425.43	0.149589	2.25	0.37	4.02	2.36
Tramo 1	53.39	TR = 5 años	0.84	2422.38	2422.63	2422.75	2423.08	0.178166	2.99	0.28	2.23	2.68
Tramo 1	38.65	TR = 5 años	0.84	2419.15	2419.52	2419.71	2420.25	0.203605	3.78	0.22	1.18	2.78
Tramo 1	21.51	TR = 5 años	0.84	2415.75	2415.97	2416.09	2416.47	0.230309	3.13	0.27	2.41	2.99

Tabla No. 57 Cuenca 2, Cauce 7.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	351.92	Tr = 5 años	0.97	2457.42	2457.78	2457.78	2457.87	0.022219	1.33	0.73	4.1	1
Tramo 1	330.47	Tr = 5 años	0.97	2456	2456.32	2456.46	2456.83	0.151474	3.16	0.31	1.91	2.51
Tramo 1	318.61	Tr = 5 años	0.97	2454.66	2454.9	2454.98	2455.17	0.118459	2.31	0.42	3.61	2.16
Tramo 1	299.16	Tr = 5 años	0.97	2449.81	2449.94	2450.05	2450.63	0.635761	3.68	0.26	4.06	4.6
Tramo 1	263.17	Tr = 5 años	0.97	2446.38	2446.64	2446.66	2446.75	0.040452	1.48	0.66	4.98	1.3
Tramo 1	226.13	Tr = 5 años	0.97	2443.06	2443.26	2443.39	2443.75	0.224917	3.1	0.31	2.85	2.97
Tramo 1	192.78	Tr = 5 años	0.97	2439.23	2439.55	2439.63	2439.82	0.070304	2.32	0.42	2.17	1.68
Tramo 1	157.12	Tr = 5 años	0.97	2436.37	2436.69	2436.78	2437	0.089189	2.5	0.39	2.16	1.88
Tramo 1	124.5	Tr = 5 años	0.97	2432.5	2432.7	2432.83	2433.19	0.159414	3.1	0.31	1.99	2.48
Tramo 1	103.14	Tr = 5 años	0.97	2428	2428.3	2428.47	2429.03	0.239922	3.77	0.26	1.7	3.09
Tramo 1	89.52	Tr = 5 años	0.97	2426.08	2426.27	2426.37	2426.6	0.126253	2.55	0.38	2.95	2.26
Tramo 1	75.27	Tr = 5 años	0.97	2424.84	2425.25	2425.32	2425.48	0.051226	2.11	0.46	2.23	1.48
Tramo 1	57.58	Tr = 5 años	0.97	2423.24	2423.55	2423.7	2424.06	0.134164	3.19	0.31	1.66	2.37
Tramo 1	40.32	Tr = 5 años	0.97	2419.51	2419.76	2419.92	2420.56	0.336175	3.96	0.25	1.97	3.57
Tramo 1	23.24	Tr = 5 años	0.97	2418.11	2418.54	2418.6	2418.76	0.044291	2.06	0.47	2.12	1.39

Tabla No. 58 Cuenca 2, Cauce 7-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	124.38	TR = 5 años	0.23	2473.7	2473.83	2473.83	2473.86	0.03079	0.79	0.29	4.6	1.01
Tramo 1	104.38	TR = 5 años	0.23	2468.21	2468.26	2468.38	2471.34	9.74982	7.78	0.03	1.15	15.44
Tramo 1	95.54	TR = 5 años	0.23	2466.09	2466.22	2466.28	2466.45	0.211841	2.15	0.11	1.6	2.65
Tramo 1	84.38	TR = 5 años	0.23	2463.6	2463.66	2463.71	2463.85	0.255468	1.91	0.12	2.52	2.77
Tramo 1	80.1	TR = 5 años	0.23	2461.89	2462.02	2462.1	2462.44	0.422633	2.87	0.08	1.29	3.67
Tramo 1	64.38	TR = 5 años	0.23	2458.54	2458.64	2458.69	2458.8	0.195623	1.77	0.13	2.49	2.46
Tramo 1	60.12	TR = 5 años	0.23	2457.98	2458.08	2458.11	2458.17	0.110106	1.29	0.18	3.58	1.83
Tramo 1	44.38	TR = 5 años	0.23	2455.55	2455.67	2455.71	2455.82	0.172783	1.76	0.13	2.3	2.34
Tramo 1	33.31	TR = 5 años	0.23	2453.97	2454.06	2454.09	2454.16	0.129399	1.36	0.17	3.5	1.98
Tramo 1	24.38	TR = 5 años	0.23	2452.5	2452.62	2452.63	2452.66	0.039864	0.93	0.25	3.76	1.16
Tramo 1	13.43	TR = 5 años	0.23	2449.98	2450.04	2450.12	2450.94	1.864732	4.2	0.06	1.55	7.12
Tramo 1	4.38	TR = 5 años	0.23	2447.94	2448.03	2448.07	2448.14	0.131346	1.43	0.16	3.14	2.01

Tabla No. 59 Cuenca 2, Cauce 8.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	371.63	Tr = 5 años	0.97	2471.09	2471.53	2471.53	2471.69	0.022433	1.77	0.55	1.71	1
Tramo 1	350.17	Tr = 5 años	0.97	2464.69	2464.94	2465.28	2469.64	2.272371	9.61	0.1	0.82	8.74
Tramo 1	339.19	Tr = 5 años	0.97	2463.07	2463.36	2463.52	2463.94	0.163674	3.36	0.29	1.71	2.62
Tramo 1	320.12	Tr = 5 años	0.97	2459.72	2460.67	2460.13	2460.68	0.000757	0.46	2.1	3.83	0.2
Tramo 1	298.48	Tr = 5 años	0.97	2459.66	2460.34	2460.34	2460.6	0.043426	2.26	0.43	0.83	1
Tramo 1	279.4	Tr = 5 años	0.97	2458.18	2458.47	2458.62	2459.04	0.1943	3.37	0.29	1.98	2.82
Tramo 1	275.13	Tr = 5 años	0.97	2458	2458.65	2458.44	2458.67	0.002618	0.67	1.44	4.43	0.37
Tramo 1	263.06	Tr = 5 años	0.97	2457.87	2458.39	2458.39	2458.58	0.028138	1.97	0.49	1.28	1.01
Tramo 1	245.36	Tr = 5 años	0.97	2455.31	2455.48	2455.65	2456.99	1.021046	5.46	0.18	2.11	6.02
Tramo 1	228.13	Tr = 5 años	0.97	2454.07	2454.4	2454.43	2454.53	0.043151	1.58	0.61	4.31	1.34
Tramo 1	214.4	Tr = 5 años	0.97	2452.37	2452.51	2452.62	2453.09	0.465666	3.38	0.29	3.96	4.01
Tramo 1	207.5	Tr = 5 años	0.97	2452	2452.4	2452.41	2452.51	0.024459	1.49	0.65	3.27	1.07
Tramo 1	187.66	Tr = 5 años	0.97	2447.73	2447.85	2448.03	2450.63	2.863339	7.38	0.13	2.18	9.61
Tramo 1	148.89	Tr = 5 años	0.97	2445.85	2446.23	2446.25	2446.38	0.026849	1.68	0.58	2.34	1.08
Tramo 1	115.69	Tr = 5 años	0.97	2441.21	2441.67	2441.89	2443.64	0.817381	6.22	0.16	0.86	4.69
Tramo 1	95.32	Tr = 5 años	0.97	2438.4	2438.61	2438.71	2438.93	0.092193	2.49	0.39	2.46	2
Tramo 1	78.95	Tr = 5 años	0.97	2437.4	2437.61	2437.65	2437.75	0.053409	1.71	0.57	4.26	1.49
Tramo 1	55.09	Tr = 5 años	0.97	2434.08	2434.2	2434.31	2434.79	0.521667	3.38	0.29	4.29	4.19
Tramo 1	27.6	Tr = 5 años	0.97	2431.5	2431.76	2431.81	2431.93	0.040594	1.85	0.52	2.76	1.36

Tabla No. 60 Cuenca 2, Cauce 8-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	169.45	TR = 5 años	0.53	2477.56	2477.86	2477.86	2477.95	0.025064	1.31	0.4	2.38	1.01
Tramo 1	159.08	TR = 5 años	0.53	2473.81	2473.93	2474.11	2477.19	3.565259	8	0.07	1.14	10.58
Tramo 1	149.45	TR = 5 años	0.53	2470.46	2470.57	2470.64	2470.83	0.181372	2.27	0.23	2.88	2.54
Tramo 1	140.54	TR = 5 años	0.53	2467.94	2468.13	2468.26	2468.73	0.308892	3.42	0.16	1.5	3.39
Tramo 1	129.45	TR = 5 años	0.53	2466.56	2466.8	2466.85	2466.99	0.084588	1.96	0.27	2.32	1.83
Tramo 1	109.45	TR = 5 años	0.53	2463.14	2463.36	2463.5	2464.02	0.311927	3.58	0.15	1.31	3.4
Tramo 1	105.63	TR = 5 años	0.53	2461.99	2462.22	2462.37	2462.86	0.292265	3.54	0.15	1.29	3.31
Tramo 1	89.45	TR = 5 años	0.53	2459.45	2459.66	2459.74	2459.91	0.116541	2.24	0.24	2.09	2.13
Tramo 1	69.45	TR = 5 años	0.53	2458.06	2458.38	2458.42	2458.54	0.043805	1.79	0.3	1.68	1.36
Tramo 1	49.45	TR = 5 años	0.53	2455.69	2455.88	2456.01	2456.54	0.383434	3.58	0.15	1.56	3.72
Tramo 1	29.45	TR = 5 años	0.53	2450.61	2450.71	2450.78	2450.99	0.202765	2.36	0.22	2.84	2.68
Tramo 1	12.45	TR = 5 años	0.53	2447.3	2447.5	2447.59	2447.82	0.171153	2.52	0.21	2.09	2.54

Tabla No. 61 Cuenca 2, Cauce 8-2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
R. SAN JU	41.54	PF 1	0.2	2466.1	2466.27	2466.27	2466.3	0.029704	0.81	0.25	3.68	1
R. SAN JU	21.54	PF 1	0.2	2462.03	2462.11	2462.24	2464.53	4.016008	6.89	0.03	0.68	10.6
R. SAN JU	13.7	PF 1	0.2	2460	2460.13	2460.18	2460.29	0.122635	1.79	0.11	1.47	2.05

Tabla No. 62 Cuenca 2, Cauce 9.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	388.77	TR=5 años	0.41	2478.93	2479.11	2479.11	2479.16	0.025622	1.04	0.4	3.64	1
Tramo 1	380	TR=5 años	0.41	2477.13	2477.26	2477.36	2477.77	0.46572	3.17	0.13	1.95	3.93
Tramo 1	364.85	TR=5 años	0.41	2472.75	2472.94	2473.03	2473.28	0.20114	2.59	0.16	1.69	2.7
Tramo 1	360	TR=5 años	0.41	2472	2472.18	2472.25	2472.42	0.148626	2.18	0.19	2.09	2.33
Tramo 1	340	TR=5 años	0.41	2468.25	2468.46	2468.56	2468.86	0.214428	2.81	0.15	1.41	2.8
Tramo 1	325.29	TR=5 años	0.41	2465.35	2465.5	2465.58	2465.78	0.199842	2.34	0.18	2.21	2.65
Tramo 1	320	TR=5 años	0.41	2464.99	2465.23	2465.25	2465.33	0.03951	1.37	0.3	2.49	1.26
Tramo 1	300	TR=5 años	0.41	2461.27	2461.35	2461.45	2462.71	2.432238	5.17	0.08	1.99	8.29
Tramo 1	280	TR=5 años	0.41	2459.2	2459.42	2459.44	2459.51	0.04194	1.33	0.31	2.82	1.28
Tramo 1	278.49	TR=5 años	0.41	2459	2459.19	2459.26	2459.4	0.115368	2.03	0.2	2.06	2.08
Tramo 1	260	TR=5 años	0.41	2456.51	2456.68	2456.76	2456.97	0.150501	2.39	0.17	1.67	2.38
Tramo 1	240	TR=5 años	0.41	2456.18	2456.49	2456.49	2456.55	0.02484	1.13	0.36	2.82	1
Tramo 1	220	TR=5 años	0.41	2454.18	2454.35	2454.49	2455.13	0.538409	3.93	0.1	1.24	4.32
Tramo 1	212.3	TR=5 años	0.41	2452.26	2452.46	2452.55	2452.79	0.177102	2.55	0.16	1.6	2.56
Tramo 1	200	TR=5 años	0.41	2450.88	2451.09	2451.15	2451.27	0.087097	1.87	0.22	2.05	1.83
Tramo 1	191.93	TR=5 años	0.41	2449.09	2449.22	2449.31	2449.78	0.564675	3.32	0.12	1.98	4.25
Tramo 1	180	TR=5 años	0.41	2447.6	2447.76	2447.79	2447.85	0.067854	1.36	0.3	3.85	1.55
Tramo 1	160	TR=5 años	0.41	2444.94	2445.02	2445.08	2445.28	0.322322	2.26	0.18	3.48	3.16
Tramo 1	140	TR=5 años	0.41	2442.59	2442.73	2442.75	2442.82	0.062688	1.3	0.31	4.02	1.49
Tramo 1	120	TR=5 años	0.41	2439.91	2440.07	2440.19	2440.51	0.266887	2.92	0.14	1.54	3.09
Tramo 1	100	TR=5 años	0.41	2439.03	2439.28	2439.23	2439.31	0.010081	0.83	0.49	3.11	0.66
Tramo 1	80	TR=5 años	0.41	2438.72	2438.94	2438.94	2439	0.025801	1.06	0.38	3.37	1.01
Tramo 1	63.92	TR=5 años	0.41	2437.7	2438.51	2438.07	2438.51	0.000369	0.28	1.46	3.59	0.14
Tramo 1	60	TR=5 años	0.41	2438.22	2438.45	2438.45	2438.5	0.026075	1.07	0.38	3.37	1.01
Tramo 1	45.64	TR=5 años	0.41	2437.66	2437.95	2437.97	2438.06	0.036868	1.48	0.28	1.82	1.21
Tramo 1	40	TR=5 años	0.41	2437.62	2437.82	2437.83	2437.88	0.034766	1.14	0.36	3.6	1.15
Tramo 1	20	TR=5 años	0.41	2436.62	2436.79	2436.83	2436.91	0.072548	1.5	0.27	3.14	1.63

Tabla No. 63 Cuenca 2, Cauce 9-1.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo 1	48.86	TR=5 años	0.28	2492.86	2493.14	2493.14	2493.21	0.025763	1.18	0.24	1.74	1.01
Tramo 1	40	TR=5 años	0.28	2487.47	2487.52	2487.63	2490.54	10.0897	7.7	0.04	1.48	15.62
Tramo 1	30.39	TR=5 años	0.28	2478.5	2478.67	2478.78	2479.24	0.394448	3.35	0.08	0.99	3.66
Tramo 1	20	TR=5 años	0.28	2475.51	2475.7	2475.79	2476.08	0.233935	2.75	0.1	1.09	2.86
Tramo 1	0	TR=5 años	0.28	2475.51	2475.67	2475.67	2475.72	0.030114	0.92	0.31	3.78	1.04

**PLANOS DEL  
NUMERO 23 AL 45**

## VIII.- CONCLUSIONES.

Para la determinación del gasto máximo ordinario del presente estudio hidrológico y poder trazar el ancho de zona federal, es necesario contar con la mayor información hidrométrica de las cuencas en estudio. En nuestro caso este sitio se localiza dentro de la cuenca de aportación del Río San Javier, él cual se origina en la Sierra de Monte alto, a una elevación del orden de los 2850 m.s.n.m. Aguas abajo recibe, por la margen izquierda, al arroyo “La Frontera” en cuyo cauce se localiza el sitio de la presa “Las Ruinas”, aquí se encuentra la estación donde se obtuvieron las precipitaciones máximas anuales en 24 horas que sirvieron para determinar el gasto máximo ordinario del presente estudio.

Fue necesario hacer una visita de reconocimiento al sitio de estudio, para poder definir el predio e identificar las condiciones topográficas de uso de suelo, la cobertura vegetal y las condiciones de cada uno de los cauces en estudio. En las zonas bajas es posible que se presenten desbordamientos, que pueden inundar las zonas cercanas al sitio.

La Ley de Aguas Nacionales señala que para poder ocupar o aprovechar vasos, cauces, canales y zonas de protección es necesario contar con una concesión; por lo tanto, es necesario el estudio hidrológico, y además, en el estudio se pide determinar un periodo de retorno de 5 años y mayores, dependiendo de la concesión que se vaya a tramitar.

También; suele suceder que existan modificaciones en los cauces o canales, esto debe informarse para hacer los ajustes necesarios en el estudio. Ya que, ésto puede afectar el trazo de la zona federal.

El programa Hec-ras versión 4.0, es un simulador que nos muestra los datos necesarios para determinar el ancho de zona federal. Por lo anterior es necesario contar con la información necesaria y así obtener resultados que nos permitan acercarnos a la realidad.

Los métodos utilizados en el presente estudio son los recomendados por la Comisión Nacional del Agua a través del “Instructivo de Hidrología para Determinar la Avenida Máxima Ordinaria”. Además, de que esta dependencia es la que otorga las concesiones.

Existen cercas construidas en los arroyos principales y, dichas cercas impiden el levantamiento topográfico total del lugar del lado de los terrenos que colindan con el sitio de estudio. Lo anterior impide, en ocasiones, tener la configuración del cauce en ciertos cadenamientos a lo largo del río en estudio.

## BIBLIOGRAFÍA.

Instructivo de Hidrología para Determinar la Avenida Máxima Ordinaria.  
Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos.  
SGAA. CNA. 1987.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.  
Reimpresión 2000.

Aparicio Mijares, Francisco J.  
“Fundamentos de Hidrología de Superficie”.  
Ed. Limusa, 2001.

Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays  
“Hidrología Aplicada”.  
Ed. Mc Graw-Hill, 1994

INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E  
INFORMÁTICA

CARTA TOPOGRÁFICA, EDAFOLÓGICA Y COBERTURA VEGETAL ESCALA  
1:50,000. HOJA A TLAZALA DE FABELA A VILLA DEL CARBÓN E14A29  
VERSIÓN (DIGITAL).

- Modelo de cómputo HEC-RAS, Versión 4.0, año 2002, para el análisis hidráulico de ríos.