

Sej. 92



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DEL
ARROYO EL SALITRE

T E S I S
Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
PEDRO LOPEZ ESPERANZA

MEXICO, D.F. 1981.



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.

I N D I C E

CAPITULO	GENERALIDADES	PAGINA
1.-	Descripción de la zona	2
2.-	Hidrología	3
3.-	Cuenca del Arroyo El Salitre	4
CAPITULO	II	CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA
1.-	Area de la cuenca	9
2.-	Pendiente de la cuenca	9
3.-	Orden de las corrientes	11
4.-	Densidad de corrientes	11
5.-	Densidad de drenaje	12
6.-	Pendiente del cauce	12
	Anexo 1	42
CAPITULO	III	COMPLEMENTARIOS DE INFORMACION DISPONIBLE
1.-	Información de Precipitación	
	a) Poligonos de Thiessen	14
	b) Técnicas de deducción de datos faltantes (criterio de registros simultáneos de tres estaciones).	
2.-	Información Pluviométrica	
	a) Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia	17
	Anexo 2	55

CAPITULO IV ESTIMACION DE GASTOS MAXIMOS

1.- Fórmulas y Métodos Empíricos

a)	Burkli - Ziegler	20
b)	Mc. Math	20
c)	Racional Americano	21
d)	Myers	21
e)	Chamier	21
f)	Pettis	22
g)	Iszkowski	23
h)	Racional de Gregory y Arnold	23

2.- Envolventes de Gastos Máximos

a)	Envolvente de Creager	25
b)	Envolvente de Lowry	26

3.- Métodos Probabilísticos

a)	Método de Gumbel	27
b)	Método de Nash	28
c)	Método de Lebediev	29
d)	Método de Logaritmo Pearson Tipo III	31
e)	Método de Hazen - Fuller - Foster	32

4.- Métodos basados en la Relación Lluvia - escurrimiento

a)	Método de Chow	33
b)	Hidrograma Unitario Triangular	34

c) Método de I - Pai - Wu	
5.- Método de sección de control	36
Anexo 3	68
CAPITULO V CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFIA	108

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO "EL SALITRE" MUNICI-
PIO DE VILLA DE ALLENDE, MEX.

I.- GENERALIDADES

1.- DESCRIPCION DE LA ZONA

Este arroyo se localiza en la zona del Medio y Bajo Balsas, pertenece a la región Hidrológica No. 18 la cual se encuentra comprendida entre las paralelas - Norte 17°15' y WG 100° 15'.

La cuenca propia del Arroyo El Salitre se localiza en el Estado de México, en el Municipio de Villa - Victoria entre las paralelas Norte 19°20' y Norte - 19°30' y los meridianos WG 100°00' y 100°10'.

El acceso al Arroyo El Salitre se logra partiendo - de la ciudad de Toluca en el Estado de México con - rumbo a Morelia por la carretera Federal No. 15 has - ta llegar a un puente metálico recorriendo aproxima - damente 56 Km. como puede observarse en la figura 1.

De lluvia pluvionétrica recabada para la zona la - precipitación media anual varía de 900 a 1000 mm. - correspondiendo la mínima a 583 mm y la máxima de - 1461 mm. ambas en la estación Presa Villa Victoria en 1958.

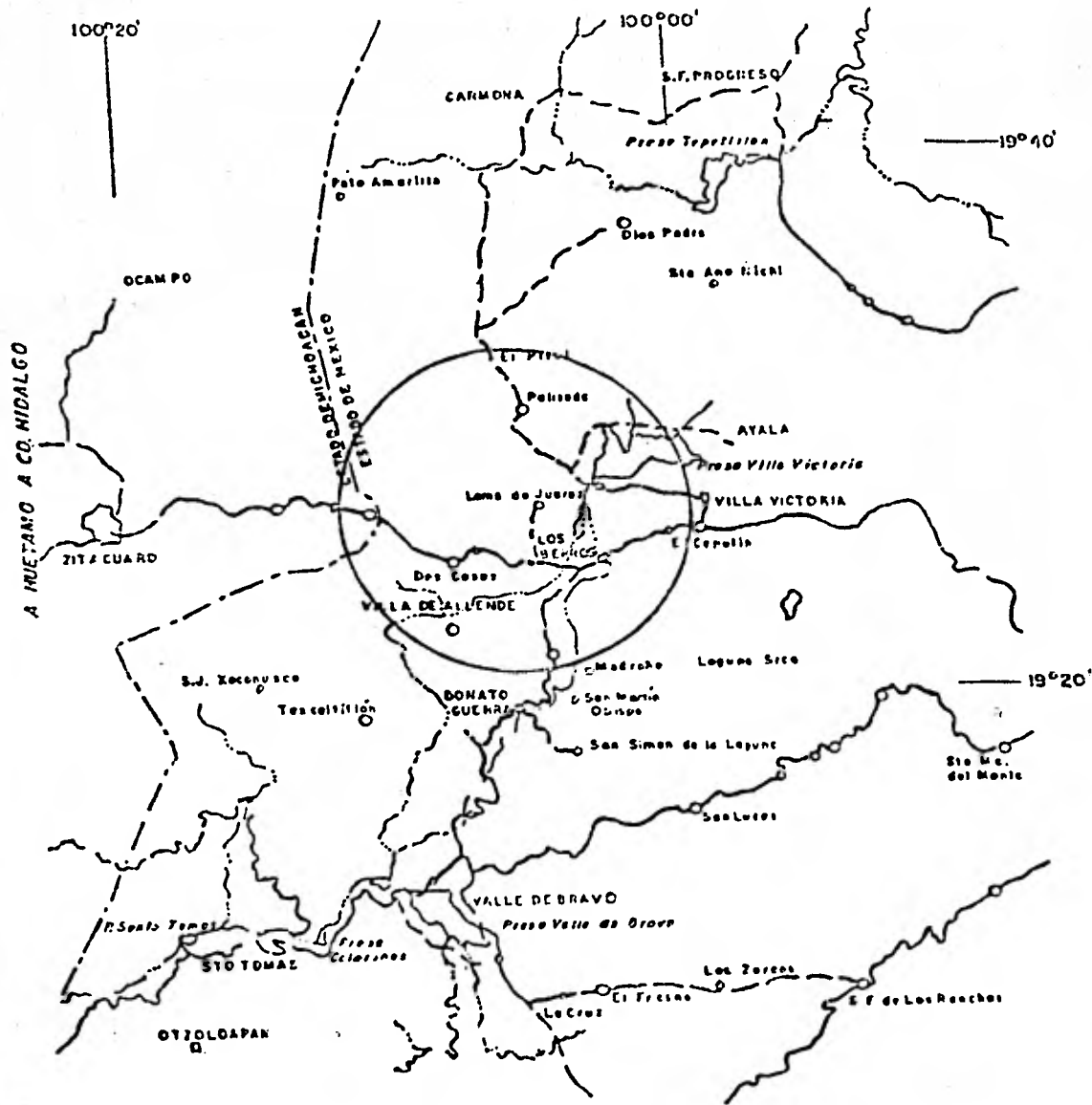


FIGURA No.1

2.- HIDROLOGIA

La cuenca hidrográfica pertenece a la parte alta del -
afluente del Río Balsas, denominado Río Tilostoc, mismo
que se origina a 37.5 Km. al Noreste de Zitácuaro a una
elevación aproximada de 2700 msnm. en donde se le cono-
ce como el arroyo Ramal, 1 Km. aguas abajo, inmediata-
mente antes de que el río vierta sus aguas al Vaso de -
la Presa Villa Victoria, se localiza la Estación Hidro-
métrica el Ramal, actualmente suspendida. El área de -
la cuenca hasta la estación era de 28.34 Km². y se en-
contraba situada a 6.34 Km. al Noreste de la cortina de
la Presa Villa Victoria y a 5.4 Km. al Nor-noreste del
poblado de Villa Victoria, el objeto de la instalación
fué el determinar los volúmenes aportados por este arro-
yo a la Presa Villa Victoria: los gastos máximos corres-
ponden a 24.1 m³/seg. el 20 de junio de 1963, en varias
ocasiones ha registrado gasto nulo y se dispone de re-
gistros del 10. de mayo de 1952 al 30 de noviembre de -
1965. La estación climatológica más cercana se locali-
zaba sobre la margen derecha de la cortina de la Presa
Villa Victoria a 6.2 Km. de distancia.

A partir de este lugar el río toma el nombre de Río Ma-
lacatepec; 7 Km. aguas abajo se localiza la cortina de
la Presa Villa Victoria y aguas abajo de ésta se inicia
la cuenca propia del arroyo El Salitre, mismo que tam-
bién se le conocen los siguientes nombres: San José - -

Malacatepec, Malacatepec, Río Grande, El Salitre y los Berros. La longitud del cauce principal entre la cortina de la Presa Villa Victoria y la salida del Valle El Salitre es de aproximadamente 15.5 Km.

Adicionalmente la presa Villa Victoria recibe las aportaciones de los arroyos siguientes:

- a) Arroyo la Compañía
- b) Arroyo El Molino
- c) Arroyo San Diego

3.- CUENCA DEL ARROYO EL SALITRE.

Esta cuenca se encuentra subdividida por 8 subcuencas que denominare Subcuencas, A, B, C, D, E, F, G y H.

La Subcuenca A.- Localizada al Sureste de la cuenca general presenta como punto más alto el Cerro San Agustín a una elevación aproximada de 3300 m. sobre el nivel medio del mar, su área es de aproximadamente de 15.085 Km².

Subcuenca B.- Esta subcuenca se localiza al Noreste de la cuenca general, los escurrimientos que se llegan a presentar en estas zonas son captados íntegramente por el canal Héctor de Meza, por lo cual esta área no contribuye al escurrimiento del arroyo El Salitre, tiene un área aproximada de 15.8125 Km².

Subcuenca C.- El área de esta subcuenca es de aproximadamente 22.768 Km²., y está limitada al Norte por el parte aguas de la cuenca y al Sur por la llanura de inundación aguas arriba del Puente de Fierro.

Subcuenca D.- Esta subcuenca se localiza al Nor-noreste de la cuenca general, su topografía es sensiblemente plana, presenta un cauce de poca importancia que descarga aguas abajo de la zona de inundación localizada aguas arriba del Puente de Fierro: está parcialmente limitada al Este por el canal Héctor de Meza y su aportación no tiene mucha importancia en los escurrimientos del Arroyo El Salitre, el área aproximada es de 13.603 Km².

Subcuenca E.- Localizada al Noroeste de la cuenca general; por sus características esta subcuenca es la más grande que descarga en el arroyo de El Salitre, presenta un área de 30.1325 Km²., esta subcuenca aporta grandes volúmenes de encurrimiento sobre todo en época de lluvias, representa el principal subafluente del Arroyo El Salitre.

Subcuenca F.- Esta subcuenca es bastante pequeña, parte del poblado de San Francisco tiene un área aproximada de 5.3125 Km². descarga practicamente a la salida del arroyo por su margen derecha, se localiza al Este del Arroyo El Salitre sus aportaciones son de poca importancia y su cauce esta bien definido.

Subcuenca G.- Se localiza al Sur del Arroyo El Salitre - presenta un área aproximada de 17.56 Km²., está parcialmente limitada por el parteaguas de la cuenca y por el Canal Héctor de Meza, presenta un cauce poco definido - que descarga sobre la márgen izquierda del Arroyo El Salitre sus aportaciones son de poca importancia y su cauce esta bien definido.

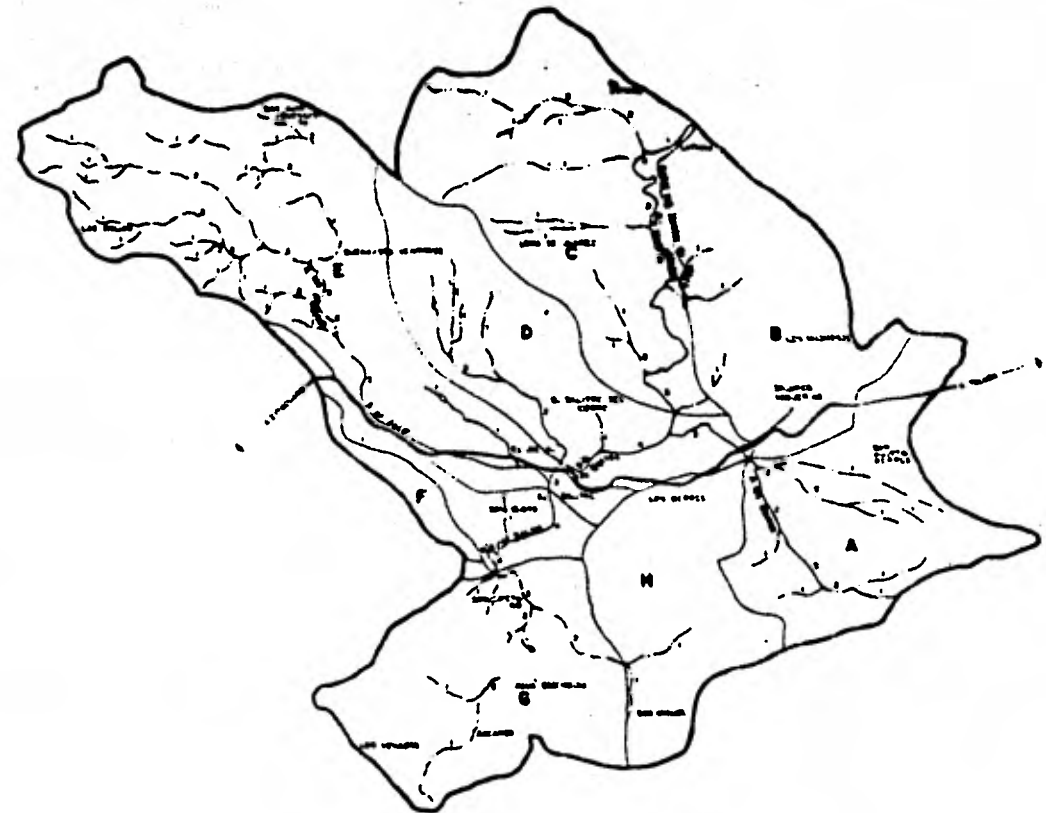
Subcuenca H.- Corresponde a una zona sensiblemente plana. las aportaciones totales de esta subcuenca son cantadas por el Canal Héctor de Meza y parcialmente por la carretera a Valle de Bravo, las aportaciones al Arroyo El Salitre son de escasa o nula importancia. Su Área aproximada es de 12.5265 Km²., para efectos de cálculo tampoco se considera la importancia de esta subcuenca en los escurrimientos del Arroyo El Salitre.



CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS DE LAS CUENCAS EN ESTUDIO

Sub-cuenca	Superficie (km²)	Perímetro (km)	Altura (m)		Inclinación (%)		Precipitación (mm)	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
A	15 000	120	1 200	500	10	20	1 500	800
B	15 012	120	1 200	500	10	20	1 500	800
C	22 700	150	1 200	500	10	20	1 500	800
D	15 000	120	1 200	500	10	20	1 500	800
E	15 000	120	1 200	500	10	20	1 500	800
F	17 000	130	1 200	500	10	20	1 500	800
G	12 000	100	1 200	500	10	20	1 500	800
H	12 000	100	1 200	500	10	20	1 500	800

Las sub-cuencas no tienen un curso de agua que las atraviese, por lo que se las clasifica como sub-cuencas de tipo EL SALINERO, ya que la mayoría de ellas son irrigadas por el canal N°1 de Maza.



A R E A S

SUB CUENCA	AREA
A	15 000 km²
B	15 012 km²
C	22 700 km²
D	15 000 km²
E	15 000 km²
F	17 000 km²
G	12 000 km²
H	12 000 km²

SIMBOLOGIA

- ORDEN DE CORRIENTES

↓
↓
↓
↓

FIGURA N°2

Las características principales de la cuenca general del Arroyo El Salitre pueden enumerarse como sigue:

El área total de la cuenca es de 134.800 Km²., sin embargo el área neta que contribuye a escurrimientos es de 106.461 Km²., ya que los escurrimientos de las subcuencas B, H, son interceptados en su totalidad por el Canal Héctor de Meza.

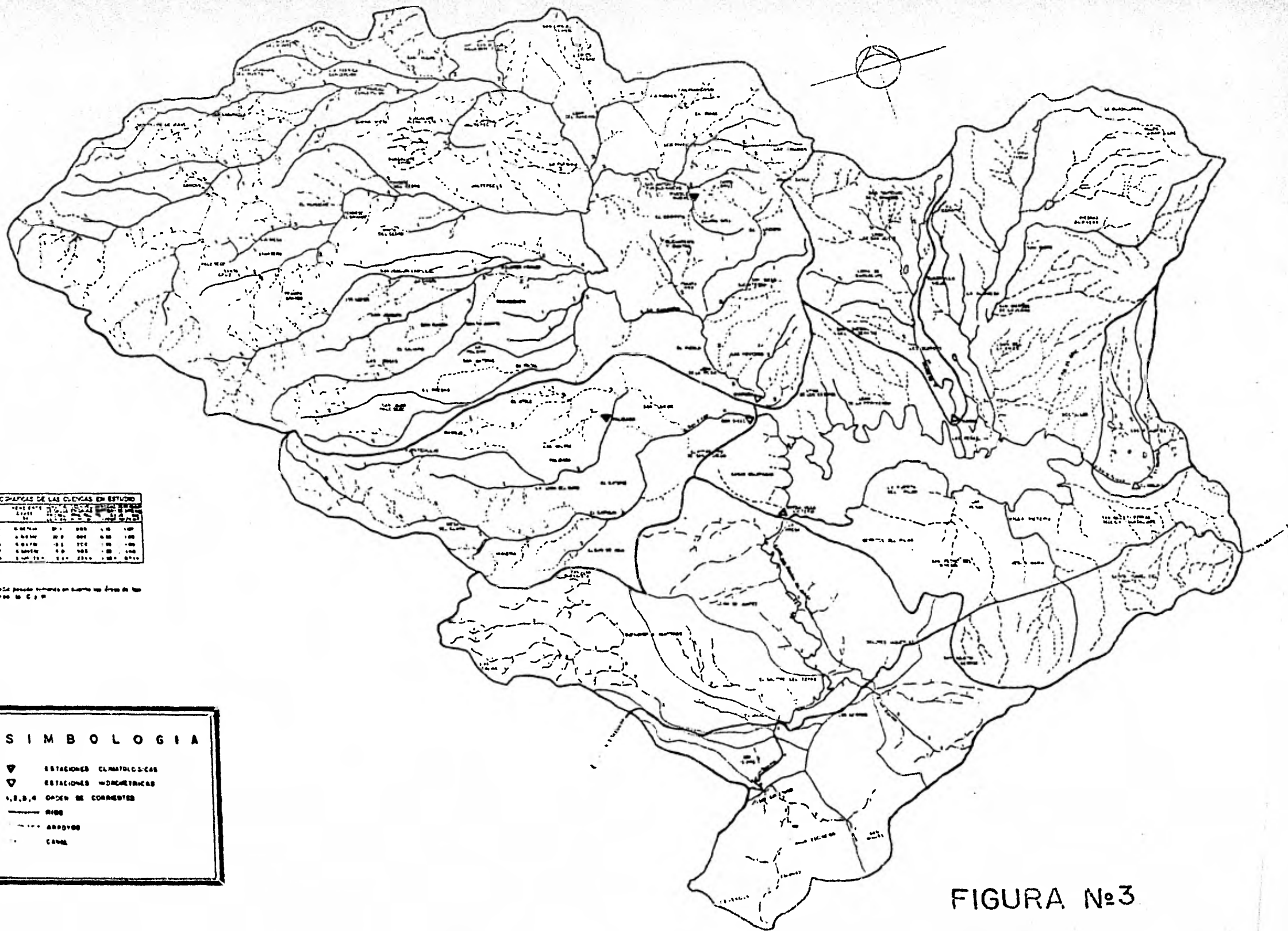
Su cauce en general está bien definido a excepción de las zonas de inundación que se localizan aguas arriba y aguas abajo del puente metálico a las que adicionalmente llegan escurrimientos torrenciales de tributarios al cauce general, provenientes de la Sierra que rodea al Valle.

Las aportaciones de la Presa Villa Victoria son de mínima importancia correspondiendo a escurrimientos producidos por filtraciones que incrementan ligeramente los gastos medios mensuales sobre todo cuando los niveles de la presa se encuentran altos. Dado que la Presa no ha descargado en época de crecientes las aportaciones en las avenidas son prácticamente nulas.

El cauce fué parcialmente rectificado en los últimos 6 Km. aproximadamente, a mediados del año de 1979, mediante dragado parcial a una sección aproximada de 6 x 2 m. con taludes en su mayor parte verticales. Sin embargo y a pesar de esta rectificación el cauce no es capaz de

conducir los volúmenes escurridos, desbordándose e inundando grandes zonas con pequeño tirante.

En la figura No. 3 se presentan las cuencas del Salitre, La Compañía, El Ramal, San Diego y El Molino.



CARACTERÍSTICAS FISIOMORFICAS DE LAS CUENCAS EN ESTUDIO

CUENCA	AREA	PERCENTAJE	PERCENTAJE	PERCENTAJE	PERCENTAJE	PERCENTAJE
	(km ²)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1. LA PAZ	276.70	6.86%	17.1	100	1.0	100
2. LA PAZ	30.41	0.76%	20.0	100	0.00	100
3. LA PAZ	30.46	0.76%	20.0	100	0.00	100
4. LA PAZ	12.97	0.32%	0.0	100	0.00	100
5. LA PAZ	30.46	0.76%	20.0	100	0.00	100

* RESULTOS EN PRECIPITACION ANUAL EN CUENCA EN AREA DE LA CUENCA ANALIZADA EN C. J. M.

SIMBOLOGIA

- ▼ ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS
- ▽ ESTACIONES HIDROMÉTRICAS
- 1, 2, 3, 4 CORDERO DE CONCRETOS
- RIBES
- ARROYOS
- CANAL

FIGURA N°3

II.- CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA

1.- AREA DE LA CUENCA

Para definir la cuenca de estudio se utilizaron los planos de DETENAL que comprenden a la zona, dichos planos son los siguientes:

Plano San Felipe	F14 - A 36
Plano Toluca	F14 - A 37
Plano Angangueo	F14 - A 26
Plano Ixtlahuaca	F14 - A 27

Con estos planos se delimitaron los parteaguas de las cuencas.

Una vez delimitados los parteaguas de las cuencas, se calcularon las demás características fisiográficas, como lo representa el área de las subcuencas, mismo que corresponde al área en proyección horizontal encerrada por el parteaguas, el criterio para el cálculo del área total fue el dibujar en papel milimétrico a escala 1:50,000 y de éste calcular el área de acuerdo al número de mm² que encerraban, así mismo se calcularon cada una de las áreas (subcuencas) en que se divide el área total de la cuenca.

2.- PENDIENTE DE LA CUENCA

Se utilizó el criterio de Horton para determinar la pendiente media de la cuenca, misma que será utilizada en -

la aplicación de métodos empíricos para la estimación - de los gastos máximos que puedan presentarse en el arroyo este método consiste en trazar una malla de cuadros sobre el plano del área de la cuenca en estudio, midiendo la longitud de cada línea de la malla comprendida dentro de la cuenca y se cuentan las intersecciones y tangencias de cada línea con las curvas de nivel: la pendiente de la cuenca en cada dirección de malla se evalúa como:

$$S_x = \frac{N_x D}{L_x}$$

$$S_y = \frac{N_y D}{L_y}$$

donde:

D = el desnivel constante entre curvas de nivel

Lx = representa la longitud total de las líneas de la malla en la dirección "x" comprendidas dentro de la cuenca.

Ly = representa la longitud total de las líneas de la malla en la dirección "y" comprendidas dentro de la cuenca.

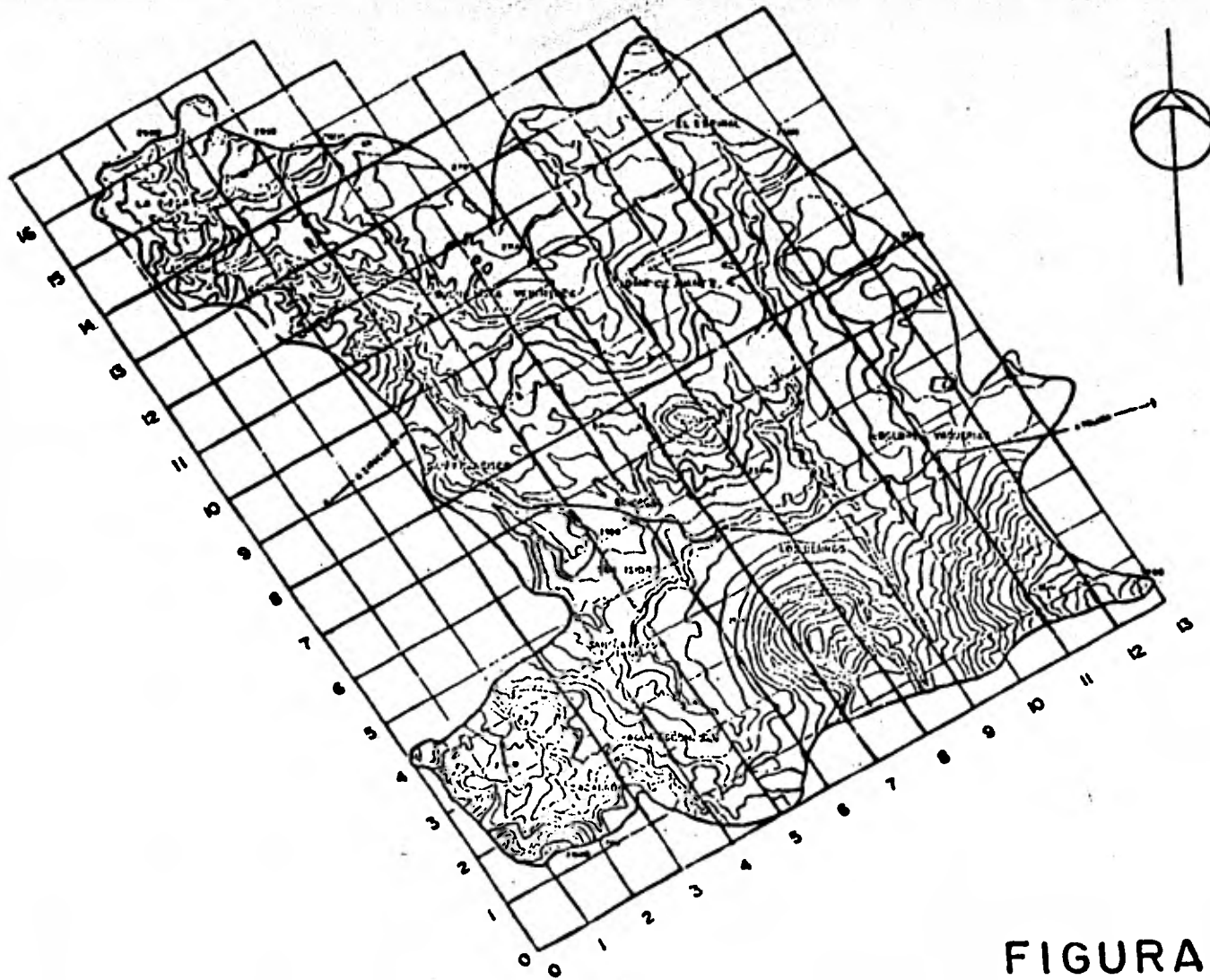
Nx = el número total de intersecciones y tangencias de las líneas de la malla en la dirección "x" con las curvas de nivel.

Sx = pendiente de la cuenca en la dirección "x"

Sy = pendiente de la cuenca en la dirección "y"

Finalmente la pendiente media de la cuenca se determinó como el promedio de Sx y Sy es decir:

$$S_c = \frac{S_x + S_y}{2}$$



FIGURA

A.1.1

TABLA No. 1

CARACTERÍSTICAS FÍSIOGRÁFICAS DE LAS CUENCAS EN ESTUDIO

C U E N C A	AREA	PENDIENTE	LONGITUD DEL	DESIVEL DEL	DENSIDAD	DENSIDAD
	A Km ²	CAUCE Sc	CAUCE PRINCIPAL Lc Km	CAUCE PRINCIPAL H m	CORRIENTE Dc l/Km ²	DE HENAJE Dd Km/Km ²
1.- La Compañía	276.78	0.007414	37.1	800	1.18	1.69
2.- San Diego	69.61	0.01835	20.0	800	0.88	1.25
3.- El Ramal	23.45	0.01675	10.5	300	1.99	1.89
4.- El Molino	12.57	0.2035	9.0	500	1.23	1.42
5.- El Salitre	106.461	0.025136*	8.2*	236 *	1.03 *	0.71 *
SUBCUENCAS						
A	15.0850	0.061513	4.9	360	0.66	0.88
B	15.8125	0.02590	0.8	20	0.52	0.23
C **	22.7680	0.009814	11.0	140	0.66	1.10
D	15.6030	0.024064	5.0	170	0.70	0.92
E	30.1325	0.024004	13.0	410	0.90	1.20
F	5.3125	0.014719	5.0	80	0.75	1.54
G	17.5600	0.02000	3.0	60	0.51	0.54
H **	12.5265	0.13259	1.0	140	0.16	0.21

* Resultado del promedio pesado tomando en cuenta las áreas de las subcuencas excluyendo la G y H.

** Subcuencas no tomadas en cuenta por no aportar sus escurrimientos al arroyo El Salitre, ya que la totalidad de ellas son interceptadas por el canal Héctor de Meza.

En la figura (A-1-1) se presenta la malla de cuadros antes descrita.

Aplicando la malla de cuadros trazados anteriormente, se determinó la elevación media de la cuenca, midiendo en las intersecciones la elevación correspondiente; finalmente la elevación media de la cuenca se calculó como el promedio de las elevaciones de todas las intersecciones. Tabla (A-1.2, A-1.3 y fig. A-1.1)

3.- ORDEN DE LAS CORRIENTES

Otras características fisiográficas importantes en cualquier cuenca lo representan las denominadas: orden de las corrientes, la cual toma en cuenta todas las corrientes perenes (que llevan agua durante todo el tiempo) e intermitentes (que llevan agua la mayor parte del tiempo). representa una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca, en nuestro caso particular resultó de 4, 5, 4, 3 y 3 para los Arroyos El Salitre, La Compañía, San Diego, El Ramal y El Molino respectivamente, Tabla A-1.4 y Figuras 2 y 3 .

4.- DENSIDAD DE CORRIENTES

La densidad de corrientes queda definida como la relación entre el número de corrientes y su área drenada; este parámetro nos proporciona una medida de la eficiencia de drenaje:

$$D_d = \frac{N_s}{A}$$

5.- DENSIDAD DE DRENAJE

Densidad de drenaje. Esta característica proporciona una información más real que la densidad de corriente y se representa como la longitud de las corrientes por unidad de área:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

6.- PENDIENTE DEL CAUCE

Pendiente del cauce. El perfil de un cauce tendrá importancia en la aplicación de todos aquellos métodos estadísticos principalmente en donde se requiera hacer intervenir el tiempo de concentración como una medida evaluativa en la determinación del gasto máximo que pueda presentarse. el método propuesto para evaluar la pendiente del cauce corresponde al de Taylor y Schwarz, el cual se basa en considerar que el río está formado por una serie de canales con pendiente uniforme, cuyo tiempo de recorrido total es igual al del río. La expresión propuesta es:

$$S = \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \dots + \frac{1}{S_m} \right)^{-1}$$

donde:

m = número de segmentos iguales, en los cuales se subdivide el tramo en estudio.

S = pendiente media del cauce en estudio.

$S_1 - S_2 \dots S_m$ = pendiente de cada segmento del cauce según la ecuación:

$$S_i = \frac{H_i}{L_i}$$

H_i = desnivel del tramo i en estudio

L_i = longitud del cauce i en el segmento en estudio

Los resultados de las características fisiográficas de la cuenca se muestra en la tabla siguiente y en el Anexo 1, tabla A.1.6 y en las figuras 2 y 3 .

Una vez definidas las características fisiográficas de la cuenca, se aplicarán métodos enfocados a la determinación del Estudio Hidrológico, el cual quedó resumido en la estimación de los gastos máximos que puedan presentarse a la salida del arroyo El Salitre.

III.- COMPLEMENTACION DE INFORMACION DISPONIBLE

1.- INFORMACION DE PRECIPITACION

Dentro de la cuenca del Arroyo El Salitre, no existe ninguna estación pluviométrica o pluviográfica, sin embargo cerca de ella se tienen varias estaciones climatológicas en las que se dispone de información pluviométrica.

Las estaciones cercanas que se utilizaron para aplicar modelos de generación corresponde a las indicadas en la tabla 2.

TABLA 2.

ESTACION	CONTROLADA POR	PERIODO DE OBSERVACION	CUENCA A QUE AFECTA
1. VILLA DE ALLENDE	SRH	1943 a 1976	Salitre
2. PALIZADA	SRH	1957 a 1978	La Compañía San Diego,- El Salitre
3. PRESA VILLA VICTORIA	CFE	1928 - 1931 1945 - 1976	La Compañía San Diego,- El Ramal, - El Molino y El Salitre.
4. PUEBLO NUEVO	SRH	1955 - 1968	La Compañía y El Ramal.
5. VILLA VICTORIA	SMM		Sólo datos de máximos en 24 horas.

a).- Poligonos de Thiessen

Existen más estaciones pero las áreas de los polígonos de Thiessen quedaron fuera de las cuencas en

estudio y no fueron utilizadas.

Este método consiste en ubicar en el plano, la localización de las estaciones en la zona bajo estudio, ya que se requiere delimitar el área de influencia de cada estación dentro del conjunto, para lo cual se trazan triángulos que ligan las estaciones más próximas entre sí, a continuación se trazan líneas bisectoras perpendiculares a los lados de los triángulos, las cuales forman una serie de polígonos, dentro de los cuales se tiene una estación.

Se considera que cada polígono es el área de influencia de cada estación y para determinar la altura de precipitación media se aplica la expresión siguiente:

$$h_{pm} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{pi} A_i}{A}$$

donde:

A = es el área de la zona en Km²

A_i = área tributaria de la estación i en km²

h_{pi} = altura de precipitación registrada en la estación i en mm.

n = número de estaciones localizadas dentro de la zona.

En el anexo 2 se presentan las tablas resultadas para la determinación de la h_{pm} por el método de Thiessen, para cada una de las cuencas en estudio.

En la determinación de la hpm para la cuenca del Salitre se utilizaron los registros de las estaciones Villa de - Allende, Presa Villa Victoria y Palizada; no se tomó en cuenta la estación Villa Victoria pues aunque tiene influencia en el Arroyo El Salitre, no fué posible disponer de la información pluviométrica por estar manejada por el SMM, los que manifestaron no tener esa información.

Para la hpm del Arroyo la Compañía se usaron las estaciones de Pueblo Nuevo, Palizada y Presa Villa Victoria, para el Arroyo San Diego intervinieron Palizada y Presa Villa Victoria; para el Ramal se determinó la hpm con Pueblo Nuevo y Presa Villa Victoria y finalmente para El Molino la única estación que abarca fué la de Presa Villa Victoria.

b).- Técnicas de deducción de datos faltantes (criterio de registros simultáneos de tres estaciones).

Dado que en algunas estaciones no se disponía de información completa, se procedió a utilizar, en su caso, las técnicas de deducción de datos faltantes utilizando el criterio de registros simultáneos de tres estaciones que se encontraban distribuidas uniformemente dentro de la cuenca hidrológica en estudio. Como el caso que se presentó en los registros de precipitación anual normal en cada una de las estaciones difería en más de 10% de lo registrado en la estación incompleta para estimar los valores fal

tantes se utilizó la expresión:

$$hpx = \frac{1}{3} \left(\frac{Px}{Pa} hpa + \frac{Px}{Pb} hpb + \frac{Px}{Pc} hpc \right)$$

hpa, hpb, hpc = Altura de precipitación registrada en las estaciones auxiliares.

hpx = Altura de precipitación faltante en la estación en estudio

Pa, Pb, Pc = Precipitación anual media en las estaciones auxiliares.

Px = Precipitación anual media en la estación en estudio.

En el anexo 2 se presentan los datos faltantes y en las tablas A-2.1, A-2.3 se resume la información total pluviométrica.

2.- INFORMACION PLUVIOMETRICA

La estación pluviométrica más cercana corresponde a la Estación la "Y" en el Estado de México, la que se localiza aproximadamente a 43 Km., de la cuenca del Arroyo El Salitre, adicionalmente se pudo conseguir toda la información procesada de esta estación.

a).- Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia

Con el objeto de determinar las curvas intensidad - duración - frecuencia (I-D-F) de la estación pluviográfica la "Y" de la información recabada se elaboró la tabla A-2.4 y A-2.5, a las que se les aplicó el método de correlación lineal múltiple, bajo las siguientes hipótesis:
La forma de la ecuación es:

$$I = \frac{A_0 + Tr \cdot A_1}{D^{A_2}}$$

Tomando logaritmos naturales nos resulta:

$$\ln I = \ln A_0 + A_1 \ln Tr - A_2 \ln D$$

que llevada a la suma de valores y expresado en forma matricial resulta

$$\begin{pmatrix} N & \ln Tr & \ln D \\ \ln Tr & (\ln Tr)^2 & \ln Tr \ln D \\ \ln D & \ln Tr \ln D & (\ln D)^2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ln I \\ (\ln I) (\ln Tr) \\ (\ln I) (\ln D) \end{pmatrix}$$

Substituyendo valores y resolviendo el sistema se tiene

$$I = \frac{257.704 \text{ Tr}^{0.37335}}{D^{0.65646}}$$

El resumen y la gráfica de los valores determinados con la expresión anterior se presentan en la tabla A-2.6 y en las figs. A-2.1 y A-2.2 del anexo 2.

Con el objeto de poder comparar se aplicó el método de Chow el que propone del mismo registro el considerar la duración constante y dar las intensidades del criterio de excedentes máximas anuales y aplicar los métodos de correlación simple. De esta manera se tendrá para cada duración constante una curva del tipo simple de cualquiera de las siguientes formas:

Lineal $I = a + b \text{ Tr}$

Exponencial $I = a e^{b \text{ Tr}}$

Logarítmica $I = a + b \ln \text{ Tr}$

Potencial $I = a \text{ Tr}$

De observar la tabla A-2.7 del anexo 2, se acenta la variación logarítmica como la más representativa y los resultados se muestran en la figura A-2.3.

IV.- ESTIMACION DE GASTOS MAXIMOS

En este capítulo se presentan los criterios más utilizados para determinar el gasto máximo que puede presentarse para el Arroyo El Salitre.

Los diferentes métodos que se han desarrollado para estimar avenidas máximas, pueden clasificarse como cinco grupos, de acuerdo a los fundamentos y consideraciones en que se basan, así como el tipo de datos que requieren para su aplicación. Los grupos son los siguientes:

- 1.- Fórmulas y métodos empíricos
- 2.- Envolventes de gastos máximos
- 3.- Métodos probabilísticos
- 4.- Métodos basados en la relación lluvia-
escurrimiento
- 5.- Método de sección de control.

1.- FORMULAS Y METODOS EMPIRICOS

Los métodos empíricos corresponden sin duda a los métodos más simples pues su aplicación se reduce a usar una fórmula usando experiencias anteriores y generalmente se basan en establecer la relación entre los gastos máximos y alguna o algunas características fisiográficas de la cuenca que influyen en él.

Las fórmulas utilizadas para estimar el gasto máximo en el Arroyo El Salitre se indican a continuación así como los parámetros que intervienen en ellas.

a).- BURKLI - ZIEGLER.

Esta fórmula fué desarrollada en Zurich y su aplicación ha sido muy difundida sobre todo en el diseño de alcantarillado pluvial en cuencas urbanas pequeñas. La expresión es la siguiente:

$$Q = \frac{2.78}{1000} C A I \left(\frac{S}{A} \right)^{0.25}$$

donde:

- Q = Gasto máximo en m³/seg.
- C = Coeficiente de escurrimiento
- A = Area de la cuenca en Ha
- I = Intensidad de lluvia en mm/hr
- S = Pendiente representativa de la cuenca en milésimos.

b).- MC MATH

Esta expresión fué desarrollada para E.U. y la expresión es:

$$Q = 0.092 C I A \left(\frac{S}{A} \right)^{0.20}$$

donde:

- Q = Gasto máximo en m³/seg.
- C = Coeficiente de escurrimiento
- I = Intensidad de la lluvia en mm/hr
- A = Area de la cuenca en Km²
- S = Pendiente del cauce principal en m/km.

c).- RACIONAL AMERICANO

Esta fórmula es de las más antiguas y es la más ampliamente utilizada, gran cantidad de métodos empíricos se basan en esta expresión.

$$Q = 0.2778 C I A$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg

C = Coeficiente de escurrimiento que depende de las características fisiográficas de la cuenca

I = Intensidad de precipitación en mm/hr

A = Área de la cuenca en Km²

d).- MYERS

Esta fórmula está basada en el análisis de experiencias tenidas en varios rios de los Estados Unidos y su uso se restringe a cuencas pequeñas, la expresión propuesta es:

$$Q = 176 \sqrt{A}$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg.

A = Superficie de la cuenca en Km²

Sin embargo el autor recomienda sustituir el coeficiente K (176) por el local deducido para la zona y en cuencas de área semejante.

c).- CHAMIER

La fórmula propuesta es:

$$Q = 0.35 C_I R A^{3/4}$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg.

C₁ = Coeficiente de escurrimiento de acuerdo

R = Máxima intensidad de lluvia en mm/hora
con duración igual al tiempo de concen-
tración

A = Superficie de la cuenca en Km².

f).- Pettis

Esta expresión fué deducida con registros de corrientes en el Norte de los E.U. y su uso principal es para cuen-
cas cuya área queda comprendida entre 2500 y 25000 Km².,
la fórmula es:

$$Q = C_2 (P W)^{1.25}$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/s.

C₂ = Coeficiente que representa la influencia
combinada de los factores climáticos y -
las características fisiográficas de la
cuenca (anexo 3 tabla A-3.2)

P = Precipitación índice en mm; debe tomarse
la máxima lámina de lluvia en 24 horas -
con un periodo de retorno de 100 años

W = Ancho promedio de la cuenca en Km; se -
calcula como la relación de la superficie
de la cuenca a la longitud del cauce prin-
cipal.

g).- ISZKOWSKI

Propone la expresión

$$Q = C3m h A$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg.

C3 = Coeficiente de escurrimiento (anexo 3
tabla A-3.3)

m = Factor de reducción de área (anexo 3
tabla A-3.4)

A = Área de la cuenca en Km².

h).- RACIONAL DE GREGORY Y ARNOLD

Este método toma en cuenta muchos factores como forma y pendiente de la cuenca, la configuración del sistema hidrológico y las características hidráulicas del cauce. - Con las modificaciones propuestas en 1941 por la Comisión Nacional de Irrigación, publicó la expresión general del método, el cual a pesar de su laboriosidad ha sido y sigue siendo el más utilizado en el país y la Dirección de Hidrología de la S.A.R.H., lo emplea muy frecuentemente.

La expresión propuesta es:

$$Q = 0.2086 (C A R_h F B)^{1.1429} H^{0.5714} S^{0.2143}$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento

A = Área de la cuenca en Ha.

R_h = Intensidad de lluvia en cm/hora correspon
diente a una duración de lluvia de H horas.

- H = Duración de la lluvia en horas
- F = Factor del cauce: toma en cuenta el ancho del fondo, tirante, taludas, laterales y la rugosidad definida a base de estudios realizados (tabla A-3.5)
- B = Se define como $\sqrt{P/L}$ siendo P el factor de forma de la cuenca y la L la distancia máxima que recorre el agua en metros.
- S = Pendiente media del cauce en m/km

La aplicación de los métodos empíricos se resume en el Anexo 3, así como los datos utilizados y en la tabla (3) se presenta el resumen de los gastos obtenidos por estos métodos.

2.- ENVOLVENTES DE GASTOS MÁXIMOS

Estos métodos constituyen un procedimiento empírico para estimar el gasto máximo que pueda presentarse en una cuenca. Debido a su amplia difusión se considera el uso de estos métodos como una técnica independiente de los métodos empíricos anteriormente tratados.

El análisis está enfocado a determinar la relación existente entre el gasto específico máximo (relación entre el gasto máximo y el área de la cuenca), ocurrido en diversas cuencas y sus áreas correspondientes, con el objeto de establecer la ley de variación del límite superior de los gastos máximos registrados. Graficando los resul

tados en papel logarítmico, se obtiene una serie de puntos, uno para cada caso estudiado. La curva continua - que constituye la frontera superior de los mismos la representa la envolvente de los gastos máximos.

Existen varias curvas envolventes, las mundiales elaboradas a base de los gastos máximos ocurridos en el mundo, - las regionales elaboradas a base de los gastos máximos - presentados en una zona hidrológica y las locales, que toman como base características de gastos máximos ocurridos en la cuenca en estudio, y aquellas próximas dentro de la misma zona hidrológica.

a).- ENVOLVENTE DE CREAGER

La curva de envolventes fué deducida por William P. Creager utilizando registros máximos de ríos en E.U., México, Brasil, China, India y algunos otros. La tendencia general que encontró el autor, salvo raras excepciones que - da resumida en la expresión siguiente:

$$q = 0.503 C (0.366A)$$

donde:

q = es el gasto específico en m³/seg/km²

c = coeficiente de la avenida

A = área de la cuenca en Km²

Para la estimación del gasto máximo, puede utilizarse el coeficiente de avenida mundial (C=100) o el regional - - (C=31.9 del Boletín de S.A.R.H.) o el local, deducido co

nociendo las características de escurrimiento máximo en los arroyos cercanos a la cuenca en estudio, despejando el valor de C para las cuencas conocidas y substituyéndolo en la expresión anterior para la cuenca en estudio.

En el anexo 3 tabla A-3.6 se resume la aplicación de este método.

b.2).- ENVOLVENTE DE LOWRY

Robert C. Lowry, efectuó estudios semejantes a los de Creager con los ríos de Texas, en zonas afectadas principalmente por la acción de ciclones.

La expresión que el propone es:

$$q = \frac{C}{(A + 259)^{0.8}}$$

donde:

q = gasto específico en m³/seg/Km²

C = coeficiente de avenida de Lowry, que para todos los ríos estudiados por él, alcanzan un valor de 3512.

A = Área de la cuenca en Km²

En la estimación del gasto máximo que se pueda presentar en el Arroyo El Salitre a través de estos métodos, se determinaron los coeficientes de avenida de Creager y Lowry deducidos de las cuencas de los arroyos El Ramal, San Diego, La Compañía y el Molino, para posteriormente tomar el mayor de ellos y aplicarlo para el arroyo el Salitre, los resultados se resumen en el anexo 3, tabla A-3.7

3.- METODOS PROBABILISTICOS

Estos métodos están basados en la aplicación de distribuciones probabilísticas a series de registros máximos anuales. Presentan como principal limitación los pocos años de datos de que se disponen, lo que hace que la muestra estadística resulte relativamente pequeña.

Dado que en el arroyo El Salitre, no se tienen registros de escurrimientos, la aplicación de estos métodos se realizará en forma indirecta, es decir, la aplicación se llevará a cabo para los arroyos próximos al Salitre, para posteriormente intentar transportar los gastos obtenidos a la cuenca en estudio, en función de las características fisiográficas de las cuencas adyacentes.

Los métodos empleados son los siguientes:

a).- METODO DE GUMBEL

Las consideraciones realizadas por Gumbel, en su método son el suponer que los gastos máximos son una variable casual con distribución normal o logarítmico normal, por lo que los gastos máximos deben aproximarse a una distribución teórica extrema del tipo 1. La expresión propuesta es:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx.}} + \Delta Q$$

$$Q_{\text{máx.}} = \bar{Q} - \frac{5Q}{N} \left(\bar{Y}_n + \ln \ln \frac{T_r}{T_r - 1} \right)$$

donde:

\bar{Q} = es la media aritmética de la muestra definida como:

n = Tamaño de la muestra

SQ = Desviación standar de la muestra

$$SQ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}$$

n y \bar{Y}_n Son los valores función del tamaño de la muestra se presenta en el anexo 3 tabla A-3.0

Q = Intervalo de confianza con una probabilidad del 68% definido como Sy T (n)

T (n) Función del tamaño de la muestra

Este método se aplicó a los arroyos San Diego, La Compañía y El Ramal y no fué posible aplicarlo para el Arroyo El Molino, por no disponer de un mínimo de 8 años de registro.

Los resultados y resumen de estos métodos se presentan en el anexo 3.

b).- METODO DE BASE

El método permite determinar el gasto máximo probable asociado a un intervalo de confianza, ajustando los datos de la muestra por el método de mínimos cuadrados. la expresión propuesta es:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx}} + \Delta Q$$

$$Q_{\text{máx}} = -a - c \ln \ln \frac{T_r}{T_r - 1}$$

donde:

$Q_{\text{máx}}$ = gasto máximo probable

Tr = periodo de retorno

$$-a = \bar{Q} - f \bar{X}$$

$$\bar{Q} = \text{media aritmética de la muestra} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

n = tamaño de la muestra

$$X_i = \ln L_n \frac{L_r}{Tr-1} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$c = \frac{S_{xq}}{S_{xx} n}$$

$$S_{xq} = n \sum_{i=1}^n X_i Q_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Q_i \right)$$

$$S_{xx} = n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2$$

$$\Delta Q = \pm t_{\frac{\alpha}{2}} S_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + n \left(\frac{X_0 - \bar{X}}{S_{xx}} \right)^2}$$

$$t = \frac{\alpha}{2} \quad \text{Valor de } t \text{ de la distribución proba-}$$

babilística de Student para nivel de significancia $\alpha/2$

S_e = variancia del error definido como

$$\sqrt{\frac{S_{qq}}{n(n-2)} \left[1 - \frac{(S_{xq})^2}{s_{xx} S_{qq}} \right]}$$

Este método se aplicó para los cuatro arroyos en el anexo 3 se presentan los resultados.

c).- METODO DE LEBEDIEV.

Este método considera que los gastos máximos anuales tie-
nen una distribución estadística del tipo III. La expresi-
ón propuesta por el autor es:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx}} \pm \Delta Q$$

donde:

$$Q_{\text{máx.}} = \bar{Q} (1 + K C_v)$$

$$\Delta Q = \pm \frac{A E_r}{\sqrt{n}} Q_{\text{máx}}$$

siendo:

$Q_{\text{máx}}$ = gasto máximo probable

ΔQ = intervalo de confianza

* Según Manual de la Comisión. Pág. 52

\bar{Q} = gasto medio observado

n = número de años de observación

C_v = Coeficiente de variación

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i / \bar{Q} - 1)^2}{n-1}}$$

Q_i = gasto máximo anual observado en el año

K = coeficiente que depende del período de retorno seleccionado y del coeficiente de asimetría C_s
en el anexo 3 se muestra la tabla A-3.15

C_s = coeficiente de asimetría = $3 C_v$ o 1 =

$$\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{\bar{Q}} - 1 \right)^3}{(n-1) C_v^3}$$

Tomando el mayor de los dos:

Λ = coeficiente que depende del tamaño de la muestra varía de 0.7 a 1.5

E_r = coeficiente variable en función de la probabilidad y del coeficiente de variación C_v en la gráfica A-3.1, del anexo 3 se presente su valor.

Este método fué aplicado para los 4 arroyos conocidos y en el anexo 3 se presentan los cálculos realizados.

d).- METODO DE LOGARITMO PEARSON TIPO III.

Este método fué diseñado por el Comité Hidrológico del Water Resources Council del Gobierno de los E.U. con el fin de uniformizar las técnicas existentes, para la determinación de la magnitud de la avenida asociada a su frecuencia de ocurrencia. El método considera una función de distribución del tipo III de Pearson, propone determinar los parámetros estadísticos correspondientes a partir de los logaritmos decimales de los gastos máximos registrados.

$$\text{Log } Q_{\text{máx}} = \bar{x} + K S_x$$

donde:

$Q_{\text{máx}}$ = es el gasto máximo probable

\bar{x} = media aritmética de los logaritmos de los gastos máximos anuales registrados.

K = coeficiente de Pearson cuyo valor depende del coeficiente de asimetría C_s y de

la probabilidad seleccionada; en la tabla A-3.15 del anexo 3 se presenta, su valor.

Sx = Desviación estandar de los logaritmos de los gastos.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sx^3}$$

Los resultados de este método se presentan en el anexo 3.

e).- METODO DE HAZEN-FULLER-FOSTER

En este método se propone, el aceptar que la distribución extrema de los gastos es logarítmica normal o normal, la expresión que propone es la siguiente:

$$Q_{m\acute{a}x} = \bar{Q} + K S_q$$

donde:

Q_{máx} = gasto máximo probable

\bar{Q} = promedio de los gastos observados

K = coeficiente de frecuencia, que depende del periodo de retorno y del coeficiente de asimetría ajustado.

(C_{sa})

$$C_{sa} = \left(1 + \frac{r}{n} \right) Cs$$

C = Coeficiente que toma los siguientes valores

r = 8.5 si Cs > 2C

r = 6.0 si Cs < 2C

Cv

= coeficiente de variación:

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i / \bar{Q} - 1)^2}{n-1}}$$

Cs

= coeficiente de asimetría

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{\bar{Q}} - 1\right)^3}{(n-1) C_v^3}}$$

La aplicación de estos métodos para los cuatro arroyos se resumen en el anexo 3, así como todas las tablas y gráficas que se utilizaron en los cálculos.

Adicionalmente y con el objeto de estimar los gastos que se puedan presentar en el arroyo El Salitre, basados en las cuencas cercanas, se efectuaron las siguientes correlaciones.

$$Q = f(\text{área, pendiente del cauce, período de retorno, longitud del cauce})$$

Los resultados se presentan en la tabla A-3.17 y el resumen de variables y coeficientes de correlación se indican en el anexo 3.

4.- METODOS BASADOS EN LA RELACION LLUVIA ESCURRIMIENTO.

Estos métodos consideran principalmente las características fisiográficas de la cuenca así como de tormentas desfavorables que puedan presentarse en la zona.

a).- METODO DE CHOW

Este método está basado en el concepto del Hidrograma Unitario y en la Síntesis Hidrográfica. Para su aplicación se requiere conocer las características fisiográficas de la cuenca y el disponer de datos climatológicos de la zona.

La expresión propuesta es:

$$Q = A X Y Z$$

Donde:

A = Area de la cuenca en Km²

X = Parámetro denominado, factor de escurrimiento, que depende de la precipitación en exceso, en función de la capacidad de infiltración del terreno y algunos otros factores.

$$= \frac{P_{eh}}{D}$$

Y = Factor climático representado por $2.78 \frac{P}{P_b}$

Z = Factor de reducción de pico definido en función de la relación D/tp tabla A-3.20

La aplicación del método se presenta en el anexo 3 tablas A-3.37 y A-3.37.1

b).- HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Este método fué desarrollado por el Bureau Of Reclamation, se basa en considerar la distribución del escurrimiento en forma triangular, usando las expresiones siguientes:

$$q_p = \frac{5.56}{I + H} \frac{VA}{T_p}$$

donde:

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6 T_c$$

$$T_b = T_r + T_p = (I + H) T_p$$

A = Area de la cuenca en Km²

D = Duración en exceso de la tormenta en horas

H = Relación de Tr/Tp con media 1.67

q_p = Gasto de pico en m³/seg.

T_b = Tiempo base del hidrograma en horas

T_c = Tiempo de concentración en horas

T_p = Escurrimiento total en cm.

$$\text{Para calcular el } T_c = \left(\frac{0.86 L^3}{H} \right)^{0.385}$$

En que H = Desnivel total en m.

L = Longitud del cauce principal en Km.

T_c = Tiempo de concentración en horas

c).- METODO DE I-PAI-UU

Basados en el modelo lineal propuesto por Nash para generar - hidrogramas unitarios instantáneos.

El gasto máximo expresado en m³/seg. se obtiene en la expresión.

$$Q_{\text{máx}} = 2.78 \frac{A p_e}{T_m} f(n, T_m)$$

siendo:

$$f(n, T_m) = \left(\frac{n-1}{e} \right)^{n-1} \frac{n-1}{r(n)}$$

siendo:

A = Area de la cuenca en Km².

P_e = Precipitación en exceso para la tormenta en estudio

$$T_m = 0.93 A^{1.085} L^{-1.233} p_e^{-0.663}$$

L = Longitud del cauce principal en Km.

$$r(n) = \text{Función Gamma de } n = \int_0^{\infty} t^{n-1} e^{-t} dt$$

n = Número de recipientes lineales que simulan

$$\text{la cuenca: } = 4 \frac{Lm}{KI}$$

$$K_I = 0.73 A^{0.937} L^{-1.474} S^{-1.473}$$

La aplicación de este método en el anexo 3.

En la aplicación de estos métodos se hizo uso de las curvas de intensidad-duración-frecuencia deducidos en el anexo 2 para la estación pluviográfica la "Y"

5.- SECCION DE CONTROL.

Este método es aplicable cuando a lo largo de un cauce se localiza una sección de control, en este caso es posible hacer inferencia de los gastos conociendo la elevación máxima que se alcanza. Para el caso del arroyo El Salitre y únicamente como una medida evaluativa se harán las siguientes hipótesis:

- 1.- Que el puente metálico que se localiza sobre el arroyo El Salitre puede ser una sección de control, dado que aguas abajo se tienen llanuras de inundación y por lo tal puede funcionar como vertedor entre los dos valles.
- 2.- Que el escurrimiento se presente de tal forma que se presente la sección de control.
- 3.- Que las huellas detectadas bajo el puente son los niveles máximos alcanzados por el arroyo El Salitre pues abarca la subcuenca E, la de mayor importancia.
- 4.- Que la sección del puente levantada no ha sufrido modificación.

En base a lo anterior en el anexo 3, se presenta el cálculo correspondiente, considerando que la expresión aplicable es:

$$Q = \sqrt{\frac{A^3}{B} g}$$

CALCULO DEL TIEMPO DE RETRASO DEL PICO

La expresión propuesta por Chow es:

$$T_p = 0.005 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64}$$

donde :

T_p = tiempo de retraso del pico de hidrograma respecto al centro de masas de la precipitación en exceso.

L = longitud del cauce principal

S = Pendiente media del cauce.

$$T_p = 0.005 \left(\frac{13000.00}{\sqrt{2.5}} \right)^{0.64} = 1.66226 \text{ horas.}$$

donde:

Q = Gasto máximo en m³/seg.

A = Area hidráulica de la sección de control
en n₂.

B = Ancho de superficie libre igual al claro
bajo el puente

g = Aceleración de la gravedad.

Los resultados se resumen en el anexo 3, en la tabla A-3.22 y en la figura A-3.2, se presenta la sección bajo el puente metálico.

En la tabla No. 3 se presenta el resumen de los gastos máximos obtenidos por todos los métodos indicados.

T A B L A 3

RESUMEN DE GASTOS MAXIMOS PARA EL ARROYO EL SALITRE

M E T O D O	GASTO MAXIMO M3/SEG.	OBSERVACIONES
<u>EMPIRICOS</u>		
1.- Buklie-Ziegler	13.00	
2.- Mc. Math	13.90	
3.- Racional Americano	45.78	
4.- Myers	67.58	Utilizando el coeficiente C resultado del Arroyo La Com pañía.
5.- Chamier	26.94	
6.- Pettis	48.61	
7.- Iszkowski	31.24	
8.- Racional de Gregory y Arnold	45.62	
<u>ENVOLVENTES</u>		
1.- Greager	66.11	
2.- Lowry	101.47	
<u>PROBABILISTICOS</u>		
<u>CORRELACIONES MULTIPLES</u>		
1.- $Q = F(A)$	Lineal	45.48
2.- $Q = F(A_1, Se)$	Lineal	3.19
3.- $Q = F(A)$	expo	46.37
4.- $Q = F(A_1, Se)$	expo	12.90
5.- $Q = F(A_1, Se)$	expo	12.10
6.- $Q = F(C, Se, Tr, Le)$	expo	12.51
<u>RELACION LLUVIA ESCURRIMIENTO</u>		
1.- Chow		272.54
2.- Hidrograma unitario triangular		128.14
3.- I - Pai - Wu		203.65
<u>SECCION DE CONTROL</u>		
1.- Huellas detectadas		22.40

V.- CONCLUSIONES.-

En la determinación de las características fisiográficas de la Cuenca del Arroyo El Salitre y de las cuatro cuencas adicionales que se estudiaron se encontró para estas últimas una falta de congruencia con respecto a las áreas de las mismas.- llegando a lo siguiente:

1.- Dada la fecha en que se realizó el estudio para las cuencas de La Compañía, El Ramal, San Diego y El Molino es muy probable que la delimitación de las cuencas se realizó sobre planos de la Defensa Nacional (ya que en aquel entonces no existía CETENAL) y dado que en estos planos se trabajaba a escalas mayores de 1:50 000 es muy probable que estuvieran mal elaborados, originando con ello discrepancias muy significativas en el cálculo de las áreas de las cuencas.

13

2.- De los Boletines Hidrológicos de la S.A.R.H., se localizan las coordenadas de las estaciones climatológicas e hidrométricas próximas a la zona. Si se ubicaban en los planos de CETENAL, estas estaciones de acuerdo a los datos de los Boletines, las estaciones quedarían localizadas en lugares de hasta 3 Km. de distancia donde físicamente se pueden observar en los planos, lo que manifiesta que o bien el origen de coordenadas no es el mismo o bien que se cometieron errores en su determinación inicial. Por lo anterior, se efectuó un recorrido físico de las estaciones y se indagó si estas estaciones habían sido relocalizadas. encontrándose que solamente la estación pluvio

métrica de Presa Villa Victoria ha sufrido modificación - y esto ocurrió a principios de 1979 (por lo que no se tomará la nueva localización para los cálculos) cambiando - de la margen derecha a la cortina a la margen izquierda y como a 300 metros de la cortina. Respecto a las estaciones hidrométricas, en la actualidad ya no se encuentran - en operación sin embargo se localizaron los sitios de los correspondientes a la Compañía y San Diego y El Ramal y - El Molino se estimó su localización en función de los datos de ubicación reportados en los Boletines.

3.- En la determinación de las restantes características fisiográficas se utilizaron los métodos más tradicionales - en nuestro medio y cada uno de ellos se realizó para todas las cuencas.

4.- Para la determinación del gasto máximo se utilizaron los cinco procedimientos con el objeto de efectuar comparaciones a continuación se resume las principales conclusiones de ellos.

- a) Los métodos y fórmulas empíricas, representan principalmente métodos cualitativos y su aplicación se reduce a determinar el orden de la magnitud esperada para los arroyos. De la tabla No. 3 se observa que el gasto promedio de aplicar otros métodos fue de 36.58 m³/-
- b) Los métodos de envolventes se usan principalmente con el objeto de estimar gastos máximos, para nuestro caso

se aplicaron los métodos de Creager y Lowry los que en promedio arrojaron un valor de 33.79 m³/seg.

- c) La aplicación de los métodos probabilísticos es aceptable sobre todo cuando se dispone de registros de escurrimiento, en nuestro caso no se contó con dicha información, sin embargo se aplicaron cinco métodos a las cuatro cuencas próximas localizadas aguas arriba del Valle El Salitre y se trato de correlacionar estos mediante características fisiográficas: los resultados dada la poca información disponible y los coeficientes de correlación resultantes no lleva a ninguna interpretación física aceptable, por lo que no deberán ser tomados en cuenta para nada.
- d) Los métodos de relación lluvia-escurrimiento aplicados para el Valle del Salitre arrojan resultados muy altos, con promedio de 201.44 m³/seg. estos métodos tampoco presentan características representativas ya que se basan en registro de precipitación hidrográfica y en nuestro caso se utilizó la estación "Y", misma que se localiza bastante alejada y físicamente en otra cuenca hidrológica. Como consideración no se toman en cuenta los gastos obtenidos por este método.
- e) El método de Sección de Control es el que proporciona mayor veracidad en cuanto a los gastos máximos presentados, siempre y cuando existan huellas de los niveles máximos alcanzados. en nuestro caso existen huellas poro dado que la sección de control se presenta inmediatamente después de una llanura de inundación, esta sir

ve como vaso regulador o sea que por ella escurren los gastos ya regulados, sin embargo indica la potencialidad de la cuenca. El gasto calculado según las huellas observadas es de 22.40 m³/seg. Sin embargo es factible esnerar gastos hasta del orden de 52.85 m³/seg. - que corresnonda a un tirante total de 1.00 m.

TABLA A-1.1
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA
CRITERIO DE HORTON

No.	Nx	Ny	Lx	Ly
0	0	0	0	0
1	47	22	8.95	3.44
2	60	39	11.4	6.63
3	56	40	11.70	8.35
4	38	53	13.50	15.00
5	25	41	9.30	14.74
6	28	30	8.95	13.59
7	38	46	9.34	11.48
8	20	49	9.50	12.63
9	26	33	9.00	12.60
10	21	34	8.70	12.65
11	27	39	8.60	12.85
12	30	26	8.90	8.20
13	16	4	7.59	1.65
14	17	0	5.15	0.0
15	13	0	3.10	0.0
16	13	0	2.36	0.0
<hr/>				
SUMAS	475	456	136.04	133.81

931

269.85

$$S_{cx} = \frac{475 \times 20}{136040} = 0.06983$$

$$S_{cy} = \frac{456 \times 20}{133810} = 0.06816$$

$$S_c = \frac{0.06983 + 0.06816}{2} = 0.069$$

TABLA A-1.2
 CALCULO DE ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA
 DEL ARROYO " EL SALITRE "

INTER-SECCION	COORDENADAS		ELEVA-CION.	INTER-SECCION	COORDENADAS		ELEVA-CION.	INTER-SECCION	COORDENADAS		ELEVA-CION.	
	X	Y			X	Y			X	Y		
1	0	4	2860	48	5	13	2720	95	9	7	2520	
2	1	2	2680	49	5	14	2730	96	9	8	2540	
3	1	3	2700	50	6	1	2620	97	9	9	2570	
4	1	4	2760	51	6	2	2580	98	9	10	2590	
5	2	2	2630	52	6	3	2580	99	9	11	2630	
6	2	3	2680	53	6	4	2540	100	9	12	2620	
7	2	4	2670	54	6	5	2480	101	9	13	2630	
8	2	13	2780	55	6	6	2480	102	10	1	2740	
9	2	14	2840	56	6	7	2520	103	10	2	2710	
10	2	15	2900	57	6	8	2530	104	10	3	2620	
11	2	16	2920	58	6	9	2560	105	10	4	2560	
12	3	2	2680	59	6	10	2620	106	10	5	2560	
13	3	3	2590	60	6	11	2700	107	10	6	2560	
14	3	4	2580	61	6	12	2700	108	10	7	2550	
15	3	12	2700	62	6	13	2700	109	10	8	2530	
16	3	13	2700	63	6	14	2720	110	10	9	2540	
17	3	14	2780	64	7	1	2760	111	10	10	2580	
18	3	15	2900	65	7	2	2720	112	10	11	2620	
19	3	16	2920	66	7	3	2740	113	10	12	2610	
20	4	1	2620	67	7	4	2580	114	10	13	2640	
21	4	2	2580	68	7	5	2520	115	11	1	2660	
22	4	3	2540	69	7	6	2480	116	11	2	2890	
23	4	4	2510	70	7	7	2530	117	11	3	2680	
24	4	5	2460	71	7	8	2550	118	11	4	2620	
25	4	6	2480	72	7	9	2630	119	11	5	2610	
26	4	7	2490	73	7	10	2660	120	11	6	2610	
27	4	8	2530	74	7	11	2680	121	11	7	2580	
28	4	9	2530	75	7	12	2720	122	11	8	2590	
29	4	10	2570	76	8	1	2750	123	11	9	2580	
30	4	11	2610	77	8	2	2800	124	11	10	2550	
31	4	12	2650	78	8	3	2740	125	11	11	2580	
32	4	13	2720	79	8	4	2590	126	11	12	2620	
33	4	14	2760	80	8	5	2500	127	11	13	2660	
34	4	15	2870	81	8	6	2510	128	12	1	2960	
35	5	0	2630	82	8	7	2620	129	12	4	2650	
36	5	1	2600	83	8	8	2520	130	12	5	2650	
37	5	2	2540	84	8	9	2630	131	12	6	2650	
38	5	3	2530	85	8	10	2630	132	12	7	2640	
39	5	4	2530	86	8	11	2680	133	12	8	2580	
40	5	5	2470	87	8	12	2700	134	12	9	2590	
41	5	6	2500	88	8	13	2670	135	12	10	2560	
42	5	7	2500	89	9	1	2630	136	13	4	2650	
43	5	8	2540	90	9	2	2650	137	13	5	2680	
44	5	9	2580	91	9	3	2580					
45	5	10	2630	92	9	4	2550					
46	5	11	2650	93	9	5	2500					
47	5	12	2710	94	9	6	2500					
									S U M A :			360,550.00
									Em =			$\frac{360,550}{137} = 2,631.75$

TABLA A-1.3
 RELACIONES AREA - ELEVACION DE LA CUENCA DEL
 ARROYO " EL SALITRE "

ELEVACION m. s. n. m.	n	n/137	n/137 en porcentaje	n/137 en porcentaje acumulado
2950	1	0.0073	0.72	0.72
2900	4	0.0292	2.92	3.64
2850	4	0.0292	2.92	6.56
2800	4	0.0292	2.92	9.48
2750	7	0.0511	5.11	14.59
2700	22	0.1606	16.06	30.65
2650	22	0.1606	16.06	46.71
2600	31	0.2263	22.63	69.34
2550	25	0.1825	18.25	87.59
2500	14	0.1022	10.22	97.81
2450	3	0.0219	2.19	100.00
SUMA	137	1.0000	100.00	

DISTRIBUCION AREA- ELEVACIONES EN LA CUENCA DEL ARROYO
" EL SALITRE "

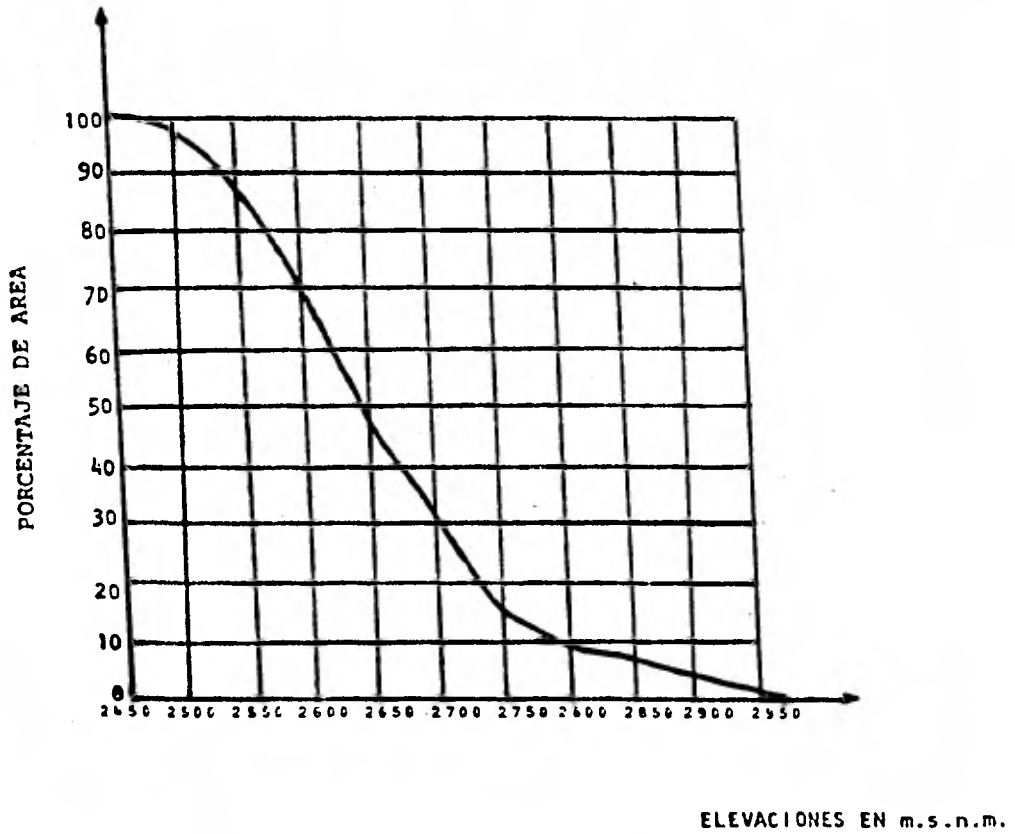


FIG. A-1.2

TABLA A-1.4

RESUMEN DE LA RED DE DRENAJE DE LAS CUENCAS

ARROYO	ORDEN DE LAS CORRIENTES	TOTAL DE CO- RRIENTES SE- GUN SU ORDEN	LONGITUD TOTAL SEGUN SU ORDEII	DENSIDAD DE DRENAJE $D_d = \frac{L}{A}$	DENSIDAD DE CORRIENTE $D_c = \frac{N_c}{A}$
SALITRE SUB-CUENCA A	1	7	9.5	0.88	0.66
	2	2	3.25		
	3	1	0.50		
SALITRE SUB-CUENCA B	1	6	3.0	0.22	0.51
	2	2	0.50		
	3	0	0.0		
SALITRE SUB-CUENCA C	1	11	14.0	1.10	0.66
	2	3	10.1		
	3	1	1.0		
SALITRE SUB-CUENCA D	1	8	7.5	0.92	0.70
	2	3	6.8		
	3	0	0.0		
SALITRE SUB-CUENCA E	1	20	21.0	1.29	0.90
	2	6	9.9		
	3	1	8.0		
SALITRE SUB-CUENCA F	1	3	7.0	1.54	0.75
	2	1	1.2		
	3	0	0.0		
SALITRE SUB-CUENCA G	1	7	8.0	0.54	0.51
	2	2	1.5		
	3	0	0.0		
SALITRE SUB-CUENCA H	1	2	2.5	1.20	0.16
	2	0	0.0		
	3	0	0.0		
LA COMPARIA	1	250	269.54	1.69	1.18
	2	63	113.50		
	3	11	46.00		
	4	3	31.20		
	5	1	8.50		
SAN DIEGO	1	46	47.050	1.25	0.88
	2	10	19.202		
	3	4	18.031		
	4	1	2.650		
EL MOLINO	1	18	15.10	1.42	1.23
	2	6	7.20		
	3	1	1.50		
EL RAMAL	1	27	21.405	1.89	1.99
	2	7	11.660		
	3	1	7.343		

TABLA A - 1 . 5

RESUMEN PARA LA CUENCA " EL SALITRE "

SUB-CUENCA	AREA A (Km2.)	PENDIENTE DEL CAUCE Sc	LONGITUD DEL CAUCE Lc (Km.)	DESNIVEL H (m.)	DENSIDAD DE DRENAJE Dd = $\frac{L}{A}$	DENSIDAD DE CORRIENTE Dc = $\frac{Ns}{A}$	NUMERO DE CORRIENTE DE LA CUENCA Ns	LONGITUD TOTAL DE TRIBUTARIOS. L (Km.)
A	15.085	0.061513	4.9	360	0.88	0.66	10	13.25
B *	15.8125	0.025	0.8	20	0.22	0.51	8	3.50
C	22.768	0.009814	11.0	140	1.10	0.66	15	25.10
D	15.603	0.024064	5.0	170	0.92	0.70	11	14.30
E	30.1325	0.024004	13.0	410	1.29	0.90	27	38.90
F	5.3125	0.014719	5.0	80	1.54	0.75	4	8.20
G	17.56	0.02	3.0	60	0.54	0.51	9	9.50
H *	12.5255	0.13259	1.0	140	0.20	0.16	2	2.50

TOTAL/
 PROMEDIO 134.800 0.025136 13 1.03 0.71

TOTAL * 106.461 No son tomados en cuenta por ser interceptadas por el Canal Néctor de Meza

PROMEDIO PESADO PARA LA CUENCA DEL SALITRE

Sc = 0.025

Lc = 13 Km

H = 235.802

Dc = 1.03

Dd = 0.71

TABLA A - 1 . 5

RESUMEN PARA LA CUENCA " EL SALITRE "

SUB-CUENCA	AREA A (Km2.)	PENDIENTE DEL CAUCE Sc	LONGITUD DEL CAUCE Lc (Km.)	DESNIVEL H (m.)	DENSIDAD DE DRENAJE $Dd = \frac{L}{A}$	DENSIDAD DE CORRIENTE $Dc = \frac{Ns}{A}$	NUMERO DE CORRIENTE DE LA CUENCA Ns	LONGITUD TOTAL DE TRIBUTARIOS. L (Km.)
A	15.085	0.061513	4.9	360	0.88	0.66	10	13.25
B *	15.8125	0.025	0.8	20	0.22	0.51	8	3.50
C	22.768	0.009814	11.0	140	1.10	0.66	15	25.10
D	15.603	0.024064	5.0	170	0.92	0.70	11	14.30
E	30.1325	0.024004	13.0	410	1.29	0.90	27	38.90
F	5.3125	0.014719	5.0	80	1.54	0.75	4	8.20
G	17.56	0.02	3.0	60	0.54	0.51	9	9.50
H *	12.5265	0.13259	1.0	140	0.20	0.16	2	2.50

TOTAL / PROMEDIO 134.800 0.025136 13 1.03 0.71

TOTAL * 106.461 No son tomadas en cuenta por ser interceptadas por el Canal Héctor de Meza

PROMEDIO PESADO PARA LA CUENCA DEL SALITRE

Sc = 0.025

Lc = 13 Km

H = 235.802

Dc = 1.03

Dd = 0.71

TABLA A-1.6

RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS.

CUENCA	AREA A	PENDIENTE DEL CAUCE S _c	LONGITUD DEL CAUCE L _c	DESNIVEL H	DENSIDAD DE DRENAJE D ₁	DENSIDAD DE CORRIENTE D _c	NUMERO DE CORRIENTES EN LA CUENCA N _s	LONGITUD TOTAL DE TRIBUTARIOS L
LA COMPANIA	276.78	0.007414	37.1	800	1.69	1.18	328	468.74
SAN DIEGO	69.61	0.018835	20.0	800	1.25	0.88	61	86.933
EL MOLINO	12.57	0.02035	9.0	500	1.42	1.23	35	40.408
EL RAHAL	28.45	0.01767	10.5	300	1.89	1.99	25	23.80
EL SALITRE	106.461	0.025136	8.203422	235.80	0.71	1.03	76	109.25

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "A"
 LONG. TOTAL = 4.9 Km
 5 div. de 1 Km c/u.

TABLA A-1.7

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{ST}	$1/\sqrt{ST}$
1	40.0	0.04	0.20	5.0
2	40.0	0.04	0.20	5.0
3	66.0	0.066	0.2569	3.89249
4	134.0	0.13400	0.36606	2.73179
5	80.0	0.08	0.28284	3.53553
	360.00			20.15982

$$S = 0.061513$$

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "C"
 LONG. TOTAL = 11.0 Km
 11 div. de 1 Km c/u

TABLA A-1.8

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{ST}	$1/\sqrt{ST}$
1	8.0	0.008	0.08944	11.18034
2	8.0	0.008	0.08944	11.18034
3	7.0	0.007	0.08367	11.95229
4	5.0	0.005	0.07071	14.14214
5	6.0	0.006	0.07746	12.90994
6	6.0	0.006	0.07746	12.90994
7	16.0	0.016	0.12649	7.90569
8	34.0	0.034	0.18439	5.42326
9	20.0	0.02	0.14142	7.07107
10	16.0	0.016	0.12649	7.90569
11	14.0	0.014	0.11832	8.45154
	140.0			111.03225

$$S = 0.00981$$

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "D"
 LONG. TOTAL = 0.8 Km.
 8 div. de 0.1 Km.

$$\text{Para este caso } S = \frac{H}{L} = \frac{20}{800} = 0.025$$

$$S = 0.025$$

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "D"
 LONG. TOTAL = 5 Km
 5 div. de 1.0 Km. c/u.

TABLA A-1.9

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{ST}	$1/\sqrt{ST}$
1	10.0	0.01	0.10	10.0
2	20.0	0.02	0.14142	7.07107
3	26.0	0.026	0.16125	6.20174
4	34.0	0.034	0.18439	5.42326
5	80.0	0.08	0.28284	3.53553
	170.0			32.23160

$$S = 0.02166$$

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "E"
 LONG. TOTAL = 13.0 Km
 13 div. de 1.0 Km c/u

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "G"
 LONG. TOTAL = 3.0 Km
 H TOT = 60.0 m

$$s = \frac{H}{L} = \frac{60}{3000} = 0.02$$

TABLA A-1.10

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{SI}	$1/\sqrt{SI}$
1	15.0	0.015	0.12247	8.16497
2	15.0	0.015	0.12247	8.16497
3	15.0	0.015	0.12247	8.16497
4	15.0	0.015	0.12247	8.16497
5	15.0	0.015	0.12247	8.16497
6	15.0	0.015	0.12247	8.16497
7	15.0	0.015	0.12247	8.16497
8	50.0	0.05	0.22361	4.47214
9	50.0	0.05	0.22361	4.47214
10	50.0	0.05	0.22361	4.47214
11	50.0	0.05	0.22361	4.47214
12	63.0	0.063	0.251	3.98410
13	42.0	0.042	0.20494	4.87950
	410.0			83.9069

S = 0.02

S = 0.024004

PENDIENTE RIO SUBCUENCA "F"
 LONG. TOTAL = 5 Km
 5 div. de 1 Km c/u.

TABLA A-1.11

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{SI}	$1/\sqrt{SI}$
1	10.0	0.01	0.1	10.0
2	10.0	0.01	0.1	10.0
3	20.0	0.02	0.14142	7.07107
4	20.0	0.02	0.14142	7.07107
5	20.0	0.02	0.14142	7.07107
	80.0			41.2132

S = 0.01472

PENDIENTE RIO SUB-CUENCA "H"
 LONG. TOTAL = 1 Km.
 5 div. de 0.2 Km c/u

TABLA A-1.12

TRAMO	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	\sqrt{SI}	$1/\sqrt{SI}$
1	16.0	0.08	0.28284	3.53553
2	28.0	0.14	0.37417	2.67261
3	28.0	0.14	0.37417	2.67261
4	34.0	0.17	0.412310	2.42535
5	34.0	0.17	0.412310	2.42535
	140.0			13.73145

S = 0.13259

PENDIENTE DEL RIO LA COMPARIA

Long. Total = 37.1 Km

19 divisiones de 1.95 Km.

TABLA A-1.13

TRAMO	DESNIVEL H, en m.	PENDIENTE SI	\sqrt{SI}	$1/\sqrt{SI}$
1	8.33	0.004272	0.065359	15.3
2	8.33	0.004272	0.065359	15.3
3	8.33	0.004272	0.065359	15.3
4	8.33	0.004272	0.065359	15.3
5	8.33	0.004272	0.065359	15.3
6	8.33	0.004272	0.065359	15.3
7	8.33	0.004272	0.065359	15.3
8	8.33	0.004272	0.065359	15.3
9	8.33	0.004272	0.065359	15.3
10	8.33	0.004272	0.065359	15.3
11	8.33	0.004272	0.065359	15.3
12	8.33	0.004272	0.065359	15.3
13	25.00	0.012821	0.113228	8.8318
14	50.00	0.02564	0.16013	6.245
15	50.00	0.02564	0.16013	6.245
16	70.00	0.03590	0.18947	5.278
17	120.00	0.06154	0.24807	4.0311
18	160.00	0.08205	0.28645	3.4911
19	225.00	0.11538	0.33968	2.9439
				220.6673

$$S = (0.086102)^2$$

$$S = 0.007414$$

PENDIENTE DEL RIO EL RAMAL

Long. Total = 10.5 Km

10 divisiones de 0.95 Km

TABLA A-1.14

TRAMO	DESNIVEL H, en. m	PENDIENTE Si	\sqrt{Si}	$W\sqrt{Si}$
1	10	0.01053	0.10260	9.74679
2	10	0.01053	0.10260	9.74679
3	10	0.01053	0.10260	9.74679
4	10	0.01053	0.10260	9.74679
5	10	0.01053	0.10260	9.74679
6	10	0.01053	0.10260	9.74679
7	35	0.03584	0.19194	5.20988
8	45	0.04737	0.21764	4.59468
9	70	0.07368	0.27145	3.68394
10	90	0.09474	0.30779	3.24893
				75.218203

$$S = (0.132947)^2$$

$$S = 0.017675$$

PENDIENTE DEL RIO SAN DIEGO

Long. Total = 20 Km

10 divisiones de 2.0 Km c/u

TABLA A-1.15

TRAMO	DESNIVEL H, en m	PENDIENTE SI	\sqrt{SI}	$1/\sqrt{SI}$
1	20.0	0.01	0.1	10.00
2	20.0	0.01	0.1	10.00
3	20.0	0.01	0.1	10.00
4	20.0	0.01	0.1	10.00
5	20.0	0.01	0.1	10.00
6	50.0	0.025	0.16	6.3425
7	50.0	0.025	0.16	4.4721
8	100.0	0.050	0.22	4.4721
9	200.0	0.10	0.32	3.1622
10	300.0	0.15	0.39	2.5819
				72.865

$$s = (0.137239)^2 = 0.018835$$

$$s = 0.018835$$

PENDIENTE DEL RIO EL MOLINO

Long. Total = 9.00 Km.

9 divisiones de 1 Km c/u

TABLA A-1.16

TRAMO	DESNIVEL H, en m	PENDIENTE Si	\sqrt{Si}	$1/\sqrt{Si}$
1	10.0	0.01	0.10	10.00
2	10.0	0.01	0.10	10.00
3	10.0	0.01	0.10	10.00
4	10.0	0.01	0.10	10.00
5	10.0	0.01	0.10	10.00
6	75.0	0.075	0.27386	3.65148
7	175.0	0.175	0.41833	2.39046
8	150.0	0.150	0.38730	2.58199
9	50.0	0.050	0.22361	4.47214
SUMA				63.09607

$$s = (0.14264)^2 = 0.02035$$

$$s = 0.02035$$

EXPRESION EMPLEADA:

$$h_p = \frac{1}{3} \left[\frac{P_x}{P_1} (\text{Dato 1}) + \frac{P_x}{P_2} (\text{Dato 2}) + \frac{P_x}{P_3} (\text{Dato 3}) \right]$$

TABLA PARA COMPLETAR REGISTROS DE PRECIPITACION MENSUAL EN DIVERSAS ESTACIONES DE LA CUENCA EL SALITRE.

AÑO	MES	hp		Px		P1		P2		P3	
		EST.	hp	EST.	hp	EST.	hp	EST.	hp	EST.	hp
1972	ENERO	V.A.	9.78	V.A.	119.68	PAL.	73.29	P.N.	98.68	S.F.	94.54
1976	NOV.	V.A.	28.22	V.A.	119.68	PAL.	73.29	P.N.	98.68	S.F.	94.54
1976	DIC.	V.A.	15.92	V.A.	119.68	PAL.	73.29	P.N.	98.68	S.F.	94.54
1958	ENERO	PAL.	101.3	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	FEB.	PAL.	17.14	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1959	MARZO	PAL.	0.05	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	ABRIL	PAL.	13.36	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	MAYO	PAL.	62.22	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	JUNIO	PAL.	156.27	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	JULIO	PAL.	186.4	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1958	AGOSTO	PAL.	191.88	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	P.N.	98.68
1970	FEBRERO	PAL.	8.09	PAL.	73.29	V.A.	119.68	P.V.V.	94.07	S.F.	94.54
1975	AGOSTO	P.V.V.	161.57	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1975	SEP.	P.V.V.	95.58	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1975	OCT.	P.V.V.	20.63	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1975	NOV.	P.V.V.	7.58	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1975	DIC.	P.V.V.	0.00	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	ENERO	P.V.V.	0.77	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	FEB.	P.V.V.	2.51	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	MARZO	P.V.V.	3.44	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	ABRIL	P.V.V.	30.06	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	MAYO	P.V.V.	31.79	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	JUNIO	P.V.V.	110.12	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	JULIO	P.V.V.	240.52	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	AGOSTO	P.V.V.	229.58	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	SEP.	P.V.V.	159.20	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	OCT.	P.V.V.	249.02	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	NOV.	P.V.V.	23.82	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1976	DIC.	P.V.V.	43.97	P.V.V.	94.07	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1959	JUNIO	P.N.	238.68	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54

1959	NOV.	P.N.	3.93	P.N.	98.64	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1964	JUNIO	P.N.	181.14	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1966	DIC.	P.N.	12.63	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1967	ENERO	P.N.	115.73	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1963	MARZO	P.N.	31.77	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1968	ABRIL	P.N.	33.4	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1968	JUNIO	P.N.	144.72	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1968	OCT.	P.N.	76.42	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1968	NOV.	P.N.	15.24	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1968	DIC.	P.N.	22.13	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	ENERO	P.N.	10.69	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	FEB.	P.N.	0.0	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	MARZO	P.N.	12.78	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	ABRIL	P.N.	2.06	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	MAYO	P.N.	24.96	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	JUNIO	P.N.	106.03	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	JULIO	P.N.	166.15	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	AGOSTO	P.N.	286.19	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	SEP.	P.N.	118.94	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	OCT.	P.N.	65.33	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	NOV.	P.N.	12.12	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1969	DIC.	P.N.	4.33	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	ENERO	P.N.	1.79	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	FEBRERO	P.N.	15.88	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	MARZO	P.N.	0.0	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	ABRIL	P.N.	0.0	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	MAYO	P.N.	52.24	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	JUNIO	P.N.	120.25	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	JULIO	P.N.	215.78	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	AGOSTO	P.N.	170.71	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	SEPT.	P.N.	173.12	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	OCT.	P.N.	67.15	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	NOV.	P.N.	15.14	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1970	DIC.	P.N.	1.92	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	ENERO	P.N.	11.27	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	FEB.	P.N.	2.31	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	MARZO	P.N.	42.99	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	ABRIL	P.N.	7.83	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	MAYO	P.N.	88.00	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	JUNIO	P.N.	200.66	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	JULIO	P.N.	241.49	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	AGOSTO	P.N.	181.86	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54

1971	SEPT.	P.N.	270.97	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	OCT.	P.N.	90.78	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54
1971	NOV.	P.N.	18.96	P.N.	98.68	V.A.	119.68	PAL.	73.29	S.F.	94.54

NOTA :

V.A. VILLA DE ALLENDE
 PAL. PALIZADA
 P.V.V. PRESA VILLA VICTORIA
 S.F. SAN FELIPE DEL PROGRESO.

ALTURA DE PRECIPITACION MENSUAL REGISTRADA EN:
PUEBLO NUEVO.

AÑO.	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1958	128.8	3.8	0.2	16.4	111.9	226.6	266.0	248.1	328.5	133.0	105.1	66.8	1635.2
1959	23.2	2.7	0.0	106.5	47.0	238.6	289.4	247.4	244.8	154.3	3.93	5.5	1363.3
1960	21.9	0.0	0.0	8.5	77.9	25.0	48.6	151.3	103.1	174.6	29.4	0.0	640.3
1961	26.4	1.7	2.0	12.1	35.8	268.5	244.2	132.7	86.7	88.3	52.0	0.0	940.4
1962	0.0	0.0	1.5	44.0	64.3	103.0	84.7	217.2	161.7	121.9	12.0	29.3	839.6
1963	0.0	0.0	18.9	7.6	27.6	135.4	273.6	243.2	134.2	137.4	17.3	2.8	998.0
1964	55.3	0.0	3.5	19.7	88.4	181.1	195.5	203.5	186.1	57.5	11.3	29.5	1031.4
1965	4.0	26.3	11.5	74.5	54.5	162.7	265.0	273.4	185.1	67.3	10.0	2.0	1136.3
1966	10.5	7.0	44.0	25.0	65.5	150.8	243.3	279.1	94.9	73.0	2.8	12.6	1008.5
1967	115.7	3.0	32.3	49.9	67.6	172.6	190.4	190.4	192.2	103.7	15.6	22.7	1156.1
1968	6.8	2.1	31.8	33.4	100.1	144.7	240.7	125.8	62.9	76.4	15.2	22.1	987.7
1969	10.7	0.0	12.8	2.1	25.0	106.0	166.2	286.2	118.9	65.3	12.1	4.3	899.6
1970	1.8	15.9	0.0	0.0	52.0	190.3	215.8	170.7	173.1	67.2	15.1	1.9	904.0
1971	11.3	2.3	43.0	7.8	88.0	200.7	241.5	181.9	271.0	90.8	19.0	31.6	1188.9
1972	15.8	1.0	5.6	15.3	85.6	155.1	282.8	111.0	150.0	48.7	29.1	1.0	901.0
1973	1.0	0.0	INAP	28.9	56.5	70.1	256.5	277.6	219.9	72.3	10.0	1.0	993.8
1974	6.5	INAP	15.0	23.7	35.1	204.7	184.9	190.0	136.3	36.3	15.5	0.0	849.2
1975	30.2	15.5	0.0	0.0	86.2	214.5	241.5	255.9	108.1	10.8	4.8	0.0	967.5
1976	16.8	1.8	9.9	28.4	42.1	123.1	269.2	243.5	185.1	239.1	18.2	6.9	1184.1

P A L I Z A D A

1958	103.3	17.1	0.0	13.5	62.2	156.3	186.4	191.9	259.8	83.9	129.9	50.0	1254.3
1959	45.6	4.9	0.0	133.8	54.7	208.9	217.7	305.4	151.8	143.1	0.0	4.0	1269.9
1960	15.0	0.0	0.0	0.0	51.8	106.3	88.7	170.5	142.3	83.0	6.7	3.8	668.1
1961	22.1	3.6	1.8	11.1	12.0	191.5	233.1	122.4	97.9	47.9	16.1	2.2	761.7
1962	0.0	0.0	0.0	54.8	74.2	127.4	160.6	209.0	207.4	141.3	13.0	17.8	1005.5
1963	0.0	0.0	28.3	1.9	58.0	140.5	341.4	276.7	144.8	106.4	0.0	2.3	1110.3
1964	65.2	0.0	0.0	0.0	120.3	194.0	166.9	243.7	217.4	39.7	23.4	21.4	1092.0
1965	0.0	28.2	0.0	49.5	98.6	155.4	210.8	289.0	154.1	26.7	14.3	2.2	1020.8
1966	2.0	4.5	34.6	28.0	38.7	109.7	179.1	265.7	104.8	89.4	27.4	4.9	889.7
1967	118.8	0.0	31.7	36.0	87.6	137.6	195.0	177.2	140.0	72.4	6.2	25.2	1027.7
1968	5.0	22.5	24.0	44.5	67.3	114.3	250.8	139.7	135.7	76.8	9.3	24.1	914.1
1969	2.2	0.0	21.1	0.0	25.6	102.0	143.9	241.0	139.5	41.0	8.5	1.3	726.1
1970	2.8	8.1	0.0	0.0	52.2	169.0	224.3	181.8	104.0	79.5	14.0	4.3	840.0
1971	0.0	0.0	28.3	10.5	63.0	169.0	268.7	146.0	242.7	85.3	17.4	34.3	1065.2
1972	2.3	0.0	8.3	17.7	83.5	167.7	141.2	147.7	168.8	63.7	13.4	7.7	822.0
1973	0.0	0.0	0.4	45.1	120.7	121.1	251.9	260.0	178.0	134.2	17.8	2.0	1131.2
1974	5.0	16.5	18.9	20.1	35.2	170.3	209.9	160.6	117.7	41.6	10.4	0.0	806.2
1975	76.4	7.6	0.0	0.0	94.6	218.6	182.0	239.9	101.3	25.4	0.0	0.0	945.8
1976	1.2	2.3	27.1	25.2	107.9	222.8	216.3	157.3	222.7	21.8	10.7	10.7	1016.3

TABLA A-2.4

DATOS PARA OBTENER LA ECUACION DE LAS CURVAS I-D-T
 ESTACION LA "Y". EDO. DE MEXICO

Intensidades máximas anuales para diferentes duraciones.

AÑO	TIEMPO EN MINUTOS									
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
1962	106.8	62.0	56.3	53.4	36.4	24.3	18.2	14.3	14.0	12.5
1963	168.0	161.1	137.6	115.2	81.0	55.3	42.1	31.7	25.5	21.4
1964	106.0	75.7	68.9	65.1	53.0	36.5	28.0	21.8	17.4	14.5
1965	211.2	115.2	83.3	66.5	45.9	36.7	32.6	28.1	23.5	22.3
1966	102.0	92.6	83.4	76.3	56.3	40.1	31.4	23.6	18.9	15.7
1967	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1968	122.4	71.8	54.9	46.5	33.1	24.6	21.2	16.5	14.2	14.1
1969	61.2	43.8	37.2	28.2	22.3	19.7	17.2	15.0	16.0	13.7
1970	115.2	90.3	82.0	65.8	45.4	31.5	23.7	19.6	17.1	15.1
1971	120.0	67.5	58.0	48.8	38.5	29.3	23.3	18.8	15.5	13.1
1972	100.8	55.8	37.7	29.1	23.4	17.5	14.3	12.6	10.3	9.2
1973	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1974	120.0	96.0	79.0	70.5	47.3	31.8	24.5	19.6	16.1	13.4
1975	110.4	81.4	71.7	66.9	45.8	31.3	25.1	19.0	15.4	13.3
1976	102.0	60.0	51.0	49.5	38.3	27.4	20.8	16.1	12.9	10.8

$$I = \frac{A_0 T_r A_1}{D^{A_2}}$$

Tomando logaritmos resulta:

$$\ln I = \ln A_0 + A_1 \ln T_r - A_2 \ln D$$

Bajo la consideración de que la suma de los cuadrados sea mínima se tiene el siguiente sistema de ecuaciones a resolver:

$$\begin{pmatrix} N & \Sigma \ln T_r & \Sigma \ln D \\ \Sigma \ln T_r & \Sigma (\ln T_r)^2 & \Sigma (\ln T_r) (\ln D) \\ \Sigma \ln D & \Sigma (\ln T_r) (\ln D) & \Sigma (\ln D)^2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ln I \\ (\ln I) (\ln T_r) \\ (\ln I) (\ln D) \end{pmatrix}$$

Sustituyendo valores de la tabla 1 se tiene:

$$\begin{pmatrix} 130.000 & 107.8933 & 447.156 \\ 107.8933 & 159.8720 & 371.2921 \\ 447.1556 & 371.2921 & 1666.5384 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 468.4785 \\ 414.9534 \\ 1527.1331 \end{pmatrix}$$

Resolviendo el sistema se tiene :

$$A_0 = \frac{5.55181 T_r 0.37335}{D^{0.65646}}$$

y la variancia del error $Se^2 = \Sigma (\ln I)^2 - S_n^2$

donde : $S_n^2 = A_0 \Sigma (\ln I) + A_1 \Sigma (\ln I) (\ln T_r) + A_2 \Sigma (\ln I) (\ln D)$

Sustituyendo valores resulta $Se^2 = 5.61302 \rightarrow Se = 2.369 \text{ mm/hr}$

Se acepta la correlación.

T A B L A A - 2.5

DATOS DROENADOS PARA LA OBTENCION DE LA ECUACION DE LAS CURVAS I-D-Tr

No. de Orden.	T I E M P O D E M I N U T O S										
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	T
1	211.2	161.1	137.6	115.2	81.0	55.3	42.1	31.7	25.5	22.3	13.00
2	217.0	115.2	83.4	76.3	56.3	40.1	31.6	28.1	23.5	21.4	6.50
3	122.4	96.0	83.3	70.5	53.0	36.7	31.4	23.6	18.9	21.4	4.33
4	120.0	92.6	82.0	66.9	47.3	36.5	28.0	21.8	17.4	15.7	3.25
5	120.0	90.3	79.0	66.5	45.9	31.8	25.1	19.6	17.1	15.1	2.60
6	115.2	81.4	71.7	65.8	45.8	31.5	24.5	19.6	16.1	14.5	2.157
7	110.4	75.5	68.9	65.1	45.4	31.3	23.7	19.0	16.0	14.1	1.857
8	108.0	71.8	58.0	53.4	38.5	29.3	23.3	18.8	15.5	13.7	1.625
9	108.0	67.5	56.3	49.5	38.3	27.4	21.2	16.5	15.4	13.4	1.444
10	106.8	62.0	54.9	48.8	36.4	24.6	20.8	16.1	14.2	13.3	1.30
11	102.0	60.0	51.0	46.5	33.1	24.3	18.2	16.0	14.0	12.5	1.18
12	100.8	55.8	37.7	29.1	23.4	19.7	17.2	14.3	12.9	10.8	1.083
13	61.2	43.8	37.2	28.2	22.3	17.5	14.3	12.6	10.3	9.2	1.00

Tabulación de la expresión

$$= \frac{257.704 \text{ Tr}^{0.37335}}{0.65646}$$

Ecuación que nos proporciona las formas de las curvas I-D-Tr de la estación Hacienda "V" Edo. de México.
 Donde:

I = Intensidad en mm/h

Tr = Tiempo de retorno en años

D = Duración de la tormenta en minutos.

Tr	I N T E N S I D A D E S								
	2	5	10	25	50	100	500	1000	10000
5	116.1	163.4	211.7	298.0	386.0	500.0	911.9	1181.9	2790.5
10	73.6	103.7	134.3	189.1	244.9	317.2	578.5	749.4	1770.4
15	56.4	79.4	102.9	144.9	187.7	243.1	443.3	574.3	1358.6
30	35.8	50.4	65.3	91.9	119.1	154.2	281.3	364.3	860.7
45	27.4	38.6	50.0	70.4	91.2	118.2	215.5	279.2	659.8
60	22.7	32.0	41.4	58.3	75.5	97.8	278.4	231.1	546.1
120	14.4	20.3	37.0	47.9	62.1	113.2	146.6	146.6	346.4
240	9.1	12.9	16.7	23.5	30.4	39.4	71.8	93.0	219.8
360	7.0	9.9	12.8	18.0	23.3	30.2	55.0	71.3	168.4
720	4.4	6.3	8.1	11.4	14.8	19.1	34.9	45.2	106.9
1440	2.8	4.0	5.1	7.2	9.4	12.1	22.2	28.7	67.8

TABLA A- 2.7

RESUMEN DE COEFICIENTES PARA LAS SIGUIENTES CORRELACIONES:

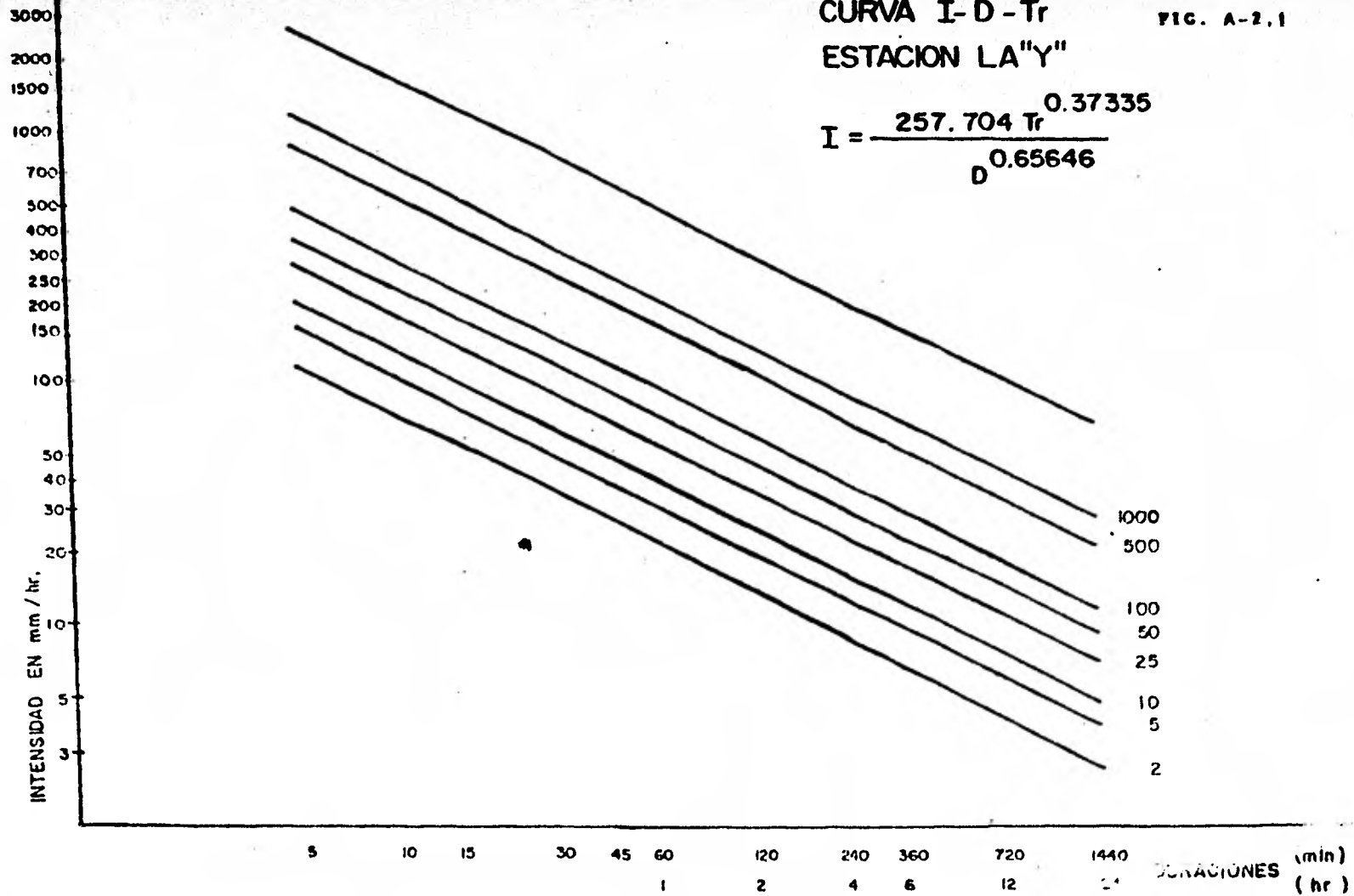
MODELO DE CHOW.

	LINEAL			EXPONENCIAL			LOGARITMICA			POTENCIAS		
	a	b		a	b		a	b		a	b	
5	87.60768	10.028053	0.936823	91.70926	0.071382	0.841029	83.571614	43.26049	0.92571	87.62097	0.32835	0.88765
10	54.82554	8.72128	0.95762	58.94714	0.8862	0.87671	54.17744	39.01496	0.98132	54.77942	0.42778	0.96765
15	46.36279	7.21608	0.9231	49.36010	0.08799	0.8262	42.3686	32.45875	0.9512	45.60804	0.43238	0.9300
20	41.08527	5.99215	0.8955	42.69895	0.08740	0.7651	37.32906	27.48292	0.9409	39.11172	0.44057	0.8835
30	30.42335	4.14158	0.9136	31.72137	0.08285	0.7995	27.86414	18.95078	0.9577	29.31711	0.4124	0.9116
45	22.64482	2.70025	0.9225	23.5338	0.07552	0.8317	20.93901	12.40047	0.9705	21.96057	0.37271	0.9403
60	18.31514	2.03946	0.9203	18.93219	0.07265	0.8410	16.89386	9.52606	0.9847	17.67841	0.36090	0.9570
80	15.09260	1.48772	0.9182	15.52851	0.06673	0.8594	14.02160	6.99017	0.9883	14.60965	0.32916	0.9710
100	13.1412	1.11197	0.90552	13.42589	0.05988	0.84299	12.35560	5.20679	0.97131	12.72989	0.29356	0.9467
120	11.94754	1.01805	0.83127	12.08075	0.06179	0.7864	10.97687	5.06989	0.94834	11.28677	0.31862	0.92902

CURVA I-D-Tr
ESTACION LA "Y"

FIG. A-2.1

$$I = \frac{257.704 Tr^{0.37335}}{D^{0.65646}}$$



ESTACION LA "Y" Edo. de MEXICO

$$I = \frac{257.704 Tr^{0.37335}}{D^{0.65646}}$$

$Sa = 2.369 \text{ mm/hr.}$

CORRELACION MULTIPLE

$Tr = (\text{años})$
 $D = (\text{minutos})$
 $I = (\text{mm/hr})$

INTENSIDADES DE LLUVIA EN mm/hr.

150

100

50

1000

500

100

50

25

10

5

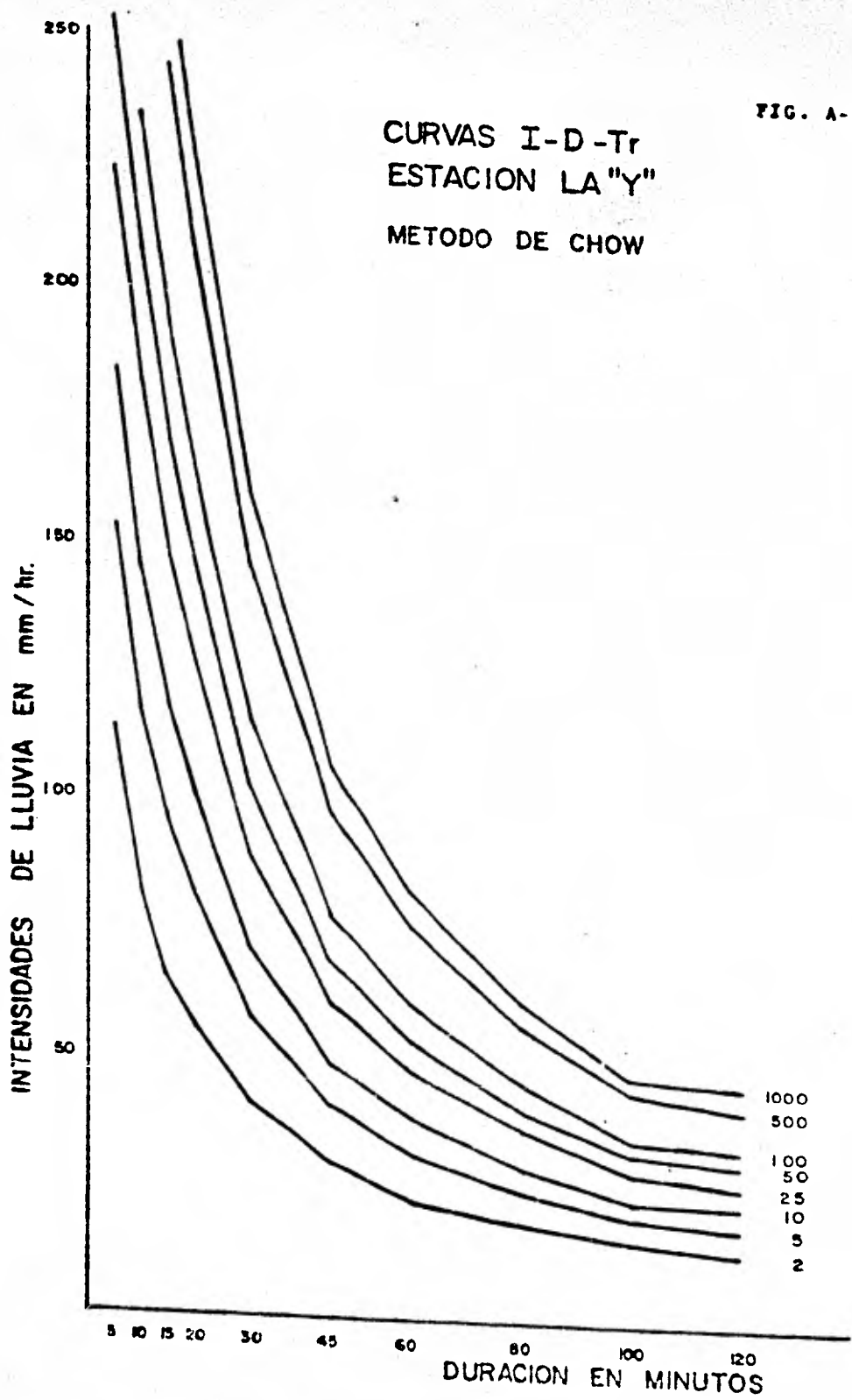
2

DURACIONES

140 (min)

FIG. A-2.3

CURVAS I-D-Tr
ESTACION LA "Y"
METODO DE CHOW



METODOS EMPIRICOS

1.- Burkli-Ziegler

$$Q = \frac{2.78}{1000} C A I \left(\frac{S}{A} \right)^{0.25}$$

C = Coeficiente de escurrimiento de la tabla A-3.0

Para suelos pesados con 7% de pendiente promedio = 0.30

$$A = 106.461 \text{ Km}^2 = 10646.1 \text{ Ha}$$

I = 5.16 mm/Hr. Este valor se calculó de la forma siguiente para una duración de 1.7 horas.

<u>ESTACION</u>	<u>INTENSIDAD</u> mm/Hr	<u>% THIESSEN</u>
P. VILLA VICTORIA	4.0	58
VILLA ALLENDE	5.0	33.8
PALIZADA	14.0	8.2

$$I_m = \frac{4.0 \times 58 + 5 \times 33.8 + 14 \times 8.2}{100} = 5.16 \text{ mm/hr} = 0.516 \text{ cm/hr}$$

S = 69 milésimas.

$$Q = \frac{2.78}{1000} \times 0.3 \times 5.16 \times 10646.1 \times \frac{(69)^{0.25}}{(10646.1)} = 13.00 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

2.- Mc. Math

$$Q = 0.092 C I A \left(\frac{S}{A} \right)^{0.20}$$

$$Q = 0.092 \times 0.30 \times 5.16 \times 106.461 \left(\frac{69}{106.461} \right)^{0.20} = 13.90 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

3.- Racional Americano

$$Q = 0.2778 C I A$$

$$Q = 0.30 \times 5.16 \times 106.461 \times 0.2778 = 45.78 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

4.- Myers

$$Q = 176 \sqrt{A} = 176 \sqrt{106.461} = 1815 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

$$Q = K \sqrt{A}$$

ARROYO	GASTO	AREA	K
LA COMPARIA	109.0	276.78	6.55
EL MOLINO	15.2	12.5	4.29
EL RAMAL	24.1	28.45	4.51
SAN DIEGO	20.2	69.61	2.41

Con coeficiente de 6.55

$$Q = 6.55 \sqrt{106.461} = 67.53 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

5.- Chamier

$$Q = 0.35 C_1 R A^{3/4}$$

C_1 = De la tabla A-3.1 para regiones boscosas con pendientes medianas y suelos compactos y pedregosos = 0.45

$$R = \text{Para } T_e = 1.7 \text{ horas} \quad R = 5.16 \text{ mm/hr}$$

$$Q = 0.35 \times 0.45 \times 5.16 \times (106.461)^{0.75} = 26.94 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

6.- Pettis

$$Q = C_2 (P W)^{1.25}$$

C_2 = De la tabla A-3.2 se considera un valor próximo a regiones húmedas con mucha vegetación = 0.08

P = 13/mm/24 horas = 13 mm de las curvas, Intensidad, duración

W = 106.461/8.203 = 12.97 Km.

$$Q = 0.08 (13 \times 12.97)^{1.25} = 48.61 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

7.- Iszkowski

$$Q = C_3 m H A$$

C_3 de la tabla A-3.3 para planicies con vegetación y suelos -- permeables = 0.04

m de la tabla A-3.4 = 7.4

h de la tabla = 0.99136

$$Q = 0.04 \times 7.4 \times 0.99136 \times 106.461 = 31.24 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

8.- Racional de Gregory y Arnold

$$Q = 0.2086 (CAR_H FB)^{1.1429} H^{0.5714} S^{0.2143}$$

C Coeficiente de escurrimiento; 0.3

R_H Para $H = 1.7$ horas se tiene $l = 0.516$ cm/hr.

F De la tabla A-3.5 para taludes 0.5 : 1 y 8 x 1 con $m = 0.035$ ó 0.040 e interpolando resulta $F = 4.69$

$$B = \sqrt{\frac{P}{L}} \text{ donde } P \text{ factor de forma de la cuenca de la tabla de } 0.47$$

$$B = \sqrt{\frac{0.47}{13000}} \text{ L longitud de la subcuenca mayor "E"}$$

$$Q = 0.2086 (0.3 \times 10646.10.516 \times 4.69 \times 0.00601)^{1.1429} (1.72)^{0.5714} \\ (25.136)^{0.2143}$$

$$Q = 45.62 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

TABLA A-3.0
FORMULA RACIONAL
VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C

Características del área de drenaje	Valores de C
Prados	
Suelo arenoso, plano, 2%	0.05 - 0.10
Suelo arenoso, medio, 2-7%	0.10 - 0.15
Suelo arenoso, inclinado, 7%	0.15 - 0.20
Suelo pesado, plano, 2%	0.13 - 0.17
Suelo pesado, medio, 2-7%	0.18 - 0.22
Suelo pesado, inclinado, 7%	0.25 - 0.35
Zonas comerciales	
Áreas del centro	0.70 - 0.95
Áreas de las alrededores	0.50 - 0.70
Zonas residenciales	
Casas solas	0.30 - 0.50
Edificios separadas	0.40 - 0.60
Edificios juntas	0.60 - 0.75
Suburbias	0.25 - 0.40
Áreas de departamentos	0.50 - 0.70
Zonas industriales	
Construcciones esparcidas	0.50 - 0.80
Áreas densamente construidas	0.60 - 0.90
Parques, cementerios	0.10 - 0.25
Campos deportivos	0.20 - 0.35
Patios de ferrocarril	0.20 - 0.40
Terrenos baldíos	0.10 - 0.30
Calle:	
de asfalto	0.70 - 0.95
de concreto	0.80 - 0.95
de ladrillo	0.70 - 0.85
Celozos y paseos	0.75 - 0.85
Techos	0.75 - 0.95

TABLA A-3.1
 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C_1 DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS
 DE LA CUENCA SEGUN CHAMIER.

C_1	DESCRIPCION
0.25 a 0.35	Terrenos planos, suelos arenosos o superficies culti- vadas.
0.35 a 0.45	Potreros con pendientes pequeñas y suelos permeables
0.45 a 0.55	Regiones boscosas con pendientes medianas y suelos - compactos y pedregosos.
0.55 a 0.65	Zonas montañosas con afloramientos rocosos y suelos- impermeables.

TABLA A-3.2

COEFICIENTE C_2 DE ESCURRIMIENTO PARA LA FORMULA DE PETTIS

C_2	DESCRIPCION
0.0070	Regiones desérticas con poca vegetación
0.1077	Regiones húmedas con mucha vegetación.

FORMULA DE ISZKOWSKI

TABLA A- 3.3

Valores del coeficiente C

Condiciones fisiográficas generales:	C
Terrenas pantanosas con suelos muy permeables	0.03
Planicies con vegetación escueta y suelos permeables	0.04
Terrenas onduladas de permeabilidad media	0.08
Terrenas onduladas de baja permeabilidad	0.12
Montañas de alta montaña sin vegetación	0.30

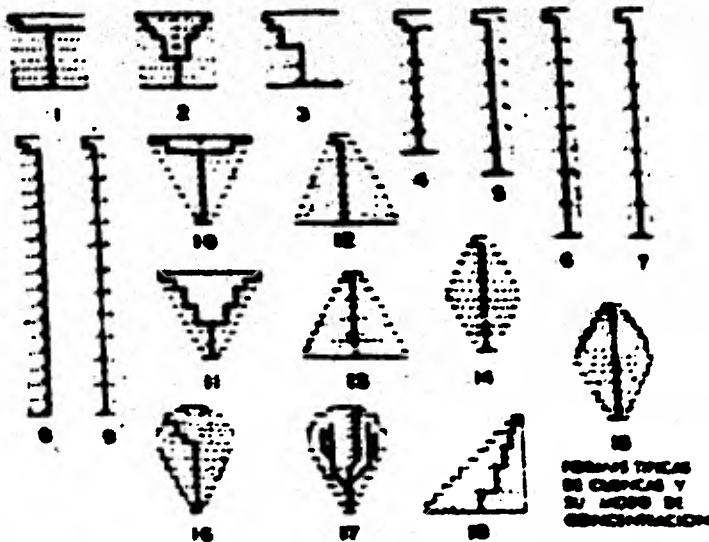
TABLA A-3.4

Valores del coeficiente m

A (km ²)	m	A (km ²)	m	A (km ²)	m
1	10.00	400	6.22	3 000	3.45
10	9.50	500	5.90	4 000	3.25
50	7.95	600	5.60	5 000	3.13
100	7.40	700	5.35	10 000	3.02
150	7.18	800	5.12	50 000	2.52
200	6.87	900	4.90	100 000	2.05
250	6.70	1 000	4.70	200 000	1.35
300	6.55	2 000	3.78	250 000	1.00

MÉTODOS DE GREGORY Y ARNOLD

FIGURA 24
MÉTODOS 2



FORMAS TÍPICAS
DE CURVAS Y
SU MODO DE
CONCENTRACION



FIGURA DE LA CONCENTRACION

Valores del Factor P					
(Cálculo de P)					
A	Método				
	Greg	Arn	Greg	Arn	Arn
2	0.40	0.40	2.40	0.47	0.40
3	0.40	0.47	0.47	7.50	0.40
4	0.40	0.47	2.50	0.50	2.50
5	0.50	0.50	2.50	0.50	2.50
6	0.50	0.50	2.50	0.50	2.50

SECTOR DE CREDITO Y AHORRO

TABLA (A-3.2)

VALORES DEL FACTOR

Página 2 de 2

EN LAS SECCIONES ANTERIAS CON VALORES INCLUIDOS

Categoría	Subcategoría	Coeficiente de capacidad de ahorro				
		1.981	1.982	1.983	1.984	1.985
1.1	1.1.1	7.28	6.40	5.72	5.00	4.39
	1.1.2	7.44	6.60	5.99	5.29	4.64
	1.1.3	7.61	6.80	6.20	5.50	4.85
	1.1.4	7.48	6.60	6.00	5.30	4.65
	1.1.5	7.10	6.30	5.70	5.00	4.35
	1.1.6	6.60	5.80	5.20	4.50	3.85
	1.1.7	6.25	5.50	4.90	4.20	3.55
	1.1.8	5.40	4.70	4.10	3.40	2.75
1.2	1.2.1	7.51	6.70	6.00	5.30	4.65
	1.2.2	7.60	6.80	6.10	5.40	4.75
	1.2.3	7.34	6.60	5.90	5.20	4.55
	1.2.4	7.37	6.60	5.90	5.20	4.55
	1.2.5	7.37	6.57	5.87	5.17	4.52
	1.2.6	6.60	5.80	5.20	4.50	3.85
	1.2.7	6.20	5.50	4.90	4.20	3.55
	1.2.8	5.40	4.70	4.10	3.40	2.75
1.3	1.3.1	7.24	6.40	5.72	5.00	4.39
	1.3.2	7.24	6.40	5.72	5.00	4.39
	1.3.3	7.27	6.40	5.70	4.97	4.36
	1.3.4	7.14	6.30	5.60	4.80	4.17
	1.3.5	6.90	6.00	5.40	4.70	4.00
	1.3.6	6.50	5.70	5.10	4.40	3.75
	1.3.7	6.20	5.50	4.80	4.10	3.45
	1.3.8	5.40	4.70	4.10	3.40	2.75
1.4	1.4.1	7.04	6.17	5.51	4.80	4.10
	1.4.2	7.04	6.17	5.51	4.80	4.10
	1.4.3	7.00	6.14	5.40	4.70	4.00
	1.4.4	6.90	6.07	5.40	4.70	4.00
	1.4.5	6.75	5.80	5.20	4.50	3.80
	1.4.6	6.40	5.50	4.90	4.20	3.50
	1.4.7	6.10	5.20	4.60	3.90	3.20
	1.4.8	5.40	4.50	3.90	3.20	2.50

TABLA A-3.6

MÉTODOS DE LAS ENVOLVENTES

FÓRMULA DE CHEAGER

$$C = \frac{q}{0.503(0.386A) \left(\frac{0.854}{(0.386A) 0.048} \right)}$$

ARROYO	AREA (Km ²)	Q máx (m ³ /seg)	q (m ³ /s/km ²)	C	OBSERVACIONES.
EL RAMAL	28.41	24.1	0.8483	2.7428	
SAN DIEGO	69.61	20.2	0.2902	1.2570	
LA COMPANIA	276.78	109.0	0.3938	2.9720	
EL MOLINO	12.57	15.2	1.2092	3.1507	
EL SALITRE	106.46	66.11	0.6213	3.1507	Tomando el mayor coeficiente "C"
EL SALITRE	106.46	669.39	6.2907	31.90	Tomando el coefi- ciente "C" Regional
EL SALITRE	106.46	425.76	4.0010	20.2896	Tomando el mayor co- eficiente "C" del boletín de la S.R.H. para área similar.
EL SALITRE	106.46	2098.39	19.7199	100.00	Tomando el coefici- ente "C" mundial.

TABLA A-3.7
FÓRMULAS DE LOWRY

$$C = q (A+293)^{0.8}$$

ARROYO	AREA (ha. ²)	Q mlt (m ³ /seg)	q (m ³ /s./km. ²)	C	OBSERVACIONES
EL RAMAL	28.41	24.1	0.8483	78.5870	
SAN DIEGO	69.61	20.2	0.2902	29.9255	
LA COMPANIA	276.78	109.0	0.3938	60.0433	
EL MOLINO	12.57	15.2	1.2092	107.0541	
EL SALITRE	106.46	101.47	0.9536	107.0541	Tomando el mayor coe ficiente "C"
EL SALITRE	106.46	1020.79	9.593	1076.9	Tomando el coeficien te "C" regional.
EL SALITRE	106.46	427.82	4.0205	451.35	Tomando el mayor del boletín de la Srta.- de R.H. para área si milar.
EL SALITRE	106.46	3328.98	31.2845	3512.0	Tomando el coeficien te "C" Mundial.

TABLA A-3.8
METODO DE GAMBEL. VALORES DE T_r Y e_r

α	T_r	e_r	α	T_r	e_r	α	T_r	e_r
8	0.460	0.908	26	0.5410	1.1813	68	0.5543	1.1834
9	0.468	0.928	27	0.5418	1.1829	70	0.5548	1.1884
10	0.476	0.948	28	0.5424	1.1833	72	0.5552	1.1878
11	0.484	0.967	29	0.5430	1.1838	74	0.5557	1.1899
12	0.492	0.985	30	0.5435	1.1843	76	0.5561	1.1908
13	0.500	1.002	31	0.5442	1.1848	78	0.5565	1.1923
14	0.508	1.019	32	0.5448	1.1852	80	0.5569	1.1928
15	0.516	1.036	33	0.5453	1.1857	82	0.5572	1.1953
16	0.524	1.053	34	0.5458	1.1861	84	0.5576	1.1967
17	0.532	1.070	35	0.5463	1.1866	86	0.5580	1.1980
18	0.540	1.087	36	0.5468	1.1870	88	0.5583	1.1994
19	0.548	1.104	37	0.5473	1.1875	90	0.5586	1.2007
20	0.556	1.121	38	0.5478	1.1879	92	0.5589	1.2020
21	0.564	1.138	39	0.5483	1.1884	94	0.5592	1.2032
22	0.572	1.155	40	0.5488	1.1888	96	0.5595	1.2044
23	0.580	1.172	41	0.5493	1.1893	98	0.5598	1.2055
24	0.588	1.189	42	0.5498	1.1897	100	0.5600	1.2068
25	0.596	1.206	43	0.5503	1.1902	120	0.5646	1.2253
26	0.604	1.223	44	0.5508	1.1906	140	0.5672	1.2380
27	0.612	1.240	45	0.5513	1.1911	160	0.5688	1.2479
28	0.620	1.257	46	0.5518	1.1915	180	0.5699	1.2479
29	0.628	1.274	47	0.5523	1.1920	200	0.5714	1.2545
30	0.636	1.291	48	0.5528	1.1924	300	0.5728	1.2588
31	0.644	1.308	49	0.5533	1.1929	400	0.5738	1.2651
32	0.652	1.325	50	0.5538	1.1933	500	0.5745	1.2689
33	0.660	1.342	51	0.5543	1.1938	750	-	-
34	0.668	1.359	52	0.5548	1.1942	1000	-	-
35	0.676	1.376	53	0.5553	1.1947	-	-	-
			54	0.5558	1.1951	00	0.5777	1.2826
			55	0.5563	1.1956			

**METODOS PROBABILISTICOS
METODO DE GUMBEL.**

TABLA A-3.9

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ máx} + \Delta Q$$

Arroyo	Ecuación del Q máx	Ecuación de ΔQ
EL RAMAL	$Q = 11.13 - \frac{4.87}{0.9972} (0.5070 + \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1})$	$\Delta Q = 5.21$
LA COMPARIA	$Q = 53.97 - \frac{24.83}{1.0095} (0.5100 + \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1})$	$\Delta Q = 26.57$
SAN DIEGO	$Q = 13.08 - \frac{2.75}{1.0095} (0.5100 + \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1})$	$\Delta Q = 2.94$

RESUMEN DE RESULTADOS

Tr	Arroyo EL RAMAL Q diseño	Arroyo LA COMPARIA.- Q diseño.	Arroyo SAN DIEGO- Q diseño.
2	15.61	77.08	15.63
3	18.27	90.20	17.09
4	19.95	98.64	18.02
5	21.19	104.89	18.72
10	24.85	123.35	20.76
15	26.92	133.76	21.91
20	28.37	141.05	22.72
25	29.48	146.67	23.34
50	32.92	163.97	25.26
100	36.33	181.14	27.16
200	39.73	198.25	29.06
500	44.21	220.83	31.56
1000	47.60	237.89	33.45
5000	55.46	277.49	37.83
10000	58.84	294.54	39.72

METODO DE WASH

TABLA A-3.10

$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx}} + Aq$

ARROYO	ECUACION DE $Q_{\text{máx}}$	ECUACION DE Aq
LA COMPARIA	$Q = 42.9506 - 21.90 \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1}$	$Aq = 25.28$
SAN DIEGO	$Q = 11.85 - 2.4618 \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1}$	$Aq = 1.56$
EL RAMAL	$Q = 8.983 - 4 \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1}$	$Aq = 6.08$
EL MOLINO	$Q = 5.36 - 4.52 \ln \ln \frac{Tr}{Tr-1}$	$Aq = 5.71$

TABLA DE RESULTADOS

Tr	Arroyo LA COMPARIA. Q.Diseño.	Arroyo SAN DIEGO Q.Diseño	Arroyo EL RAMAL Q.Diseño	Arroyo EL MOLINO Q.Diseño.
2	76.29	14.31	16.60	11.73
3	88.07	15.63	18.85	14.15
4	95.62	16.48	20.30	15.70
5	101.20	17.10	21.36	16.85
10	117.69	18.95	24.51	20.24
15	127.00	19.99	26.29	22.16
20	133.52	20.72	27.54	23.50
25	138.53	21.28	28.50	24.53
50	154.00	23.02	31.45	27.71
100	169.32	24.73	34.38	30.86
200	184.63	26.45	37.31	34.01
500	204.81	28.71	41.16	38.16
1000	220.05	30.41	44.07	41.29
5000	255.44	34.38	50.83	48.57
10000	270.67	36.08	53.75	51.70

METODO DE LESCHIEV

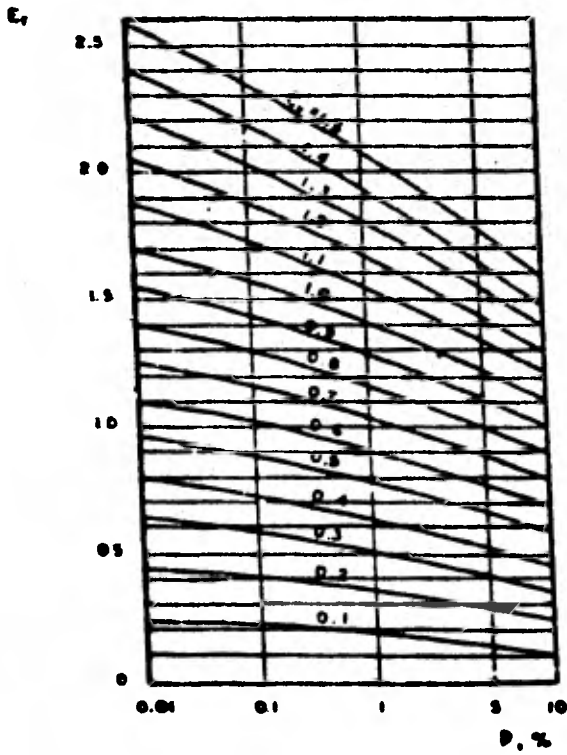
TABLA A- 3.11

$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx}} + AQ$

ARRIO	ECUACION DEL $Q_{\text{máx}}$.	ECUACION DE AQ
LA COMPANIA	$Q = 53.97 (1+0.461 K)$	$AQ = 21.78$
SAN DIEGO	$Q = 13.08 (1+0.2016 K)$	$AQ = 2.68$
EL RAHAL	$Q = 11.13 (1+0.438 K)$	$AQ = 4.30$
EL MOLINO	$Q = 7.53 (1+0.59 K)$	$AQ = 4.35$

T _r	K	LA COMPANIA	SAN DIEGO	EL RAHAL	EL MOLINO
1	-1.30	43.41	12.33	9.09	6.10
2	-0.22	70.28	15.12	14.36	10.90
3	0.24	81.72	16.95	16.60	12.95
4	0.65	91.92	17.47	18.60	14.77
5	0.71	93.41	17.63	18.89	15.03
10	1.34	109.09	19.29	21.96	17.83
15	2.30	132.97	21.82	26.61	22.10
20	2.40	135.46	22.09	27.13	22.54
25	2.50	137.95	22.35	27.62	22.99
50	2.71	143.18	22.91	28.64	23.92
100	3.27	157.11	24.38	31.37	26.41
200	3.83	171.04	25.86	34.10	28.90
500	4.46	181.18	27.52	37.17	31.69
1000	5.08	195.84	29.16	40.19	34.45
5000	5.50	205.76	30.26	42.24	36.31
10000	5.94	216.16	31.42	44.39	38.27

METODO DE LEBEDIEF - VALORES DE E_r



GRAFICA A-3.1

4.- METODO DE LOS PERSON TIPO III

TABLA A-3.12

TABLA	ECUACION DEL	Qmáx.
LA COMPANIA	$Q = \text{Antilog } \{1.694 + (0.192 K)\}$	
SAN DIEGO	$Q = \text{Antilog } \{1.109 + (0.084 K)\}$	
EL RAMAL	$Q = \text{Antilog } \{1.005 + (0.211 K)\}$	
EL MOLINO	$Q = \text{Antilog } \{0.79 + (0.334 K)\}$	

Tr	K	LA COMPANIA	SAN DIEGO	EL RAMAL	EL MOLINO
1	-1.30	27.82	10.00	5.38	2.27
2	-0.22	44.85	12.32	9.09	5.21
3	0.24	54.96	13.46	11.37	7.42
4	0.65	65.89	14.57	13.87	10.16
5	0.71	67.66	14.74	14.28	10.64
10	1.34	89.39	16.66	19.40	17.28
15	2.30	136.65	20.05	30.92	36.16
20	2.40	142.82	20.45	32.46	39.05
25	2.50	149.28	20.84	34.08	42.17
50	2.71	163.80	21.71	37.74	40.56
100	3.27	209.82	24.19	49.54	76.24
200	3.83	268.76	26.96	65.03	117.28
500	4.46	355.07	30.45	88.32	190.39
1000	5.08	467.05	34.33	119.37	306.70
5000	5.50	562.34	37.24	146.39	423.64
10000	5.94	683.09	40.55	181.28	594.24

3.- METODO DE MAZEN - FULLER - FOSTER

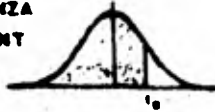
TABLA A -3.13

ARROYO	ECUACION DEL Q máx.
LA COMPANIA	$Q = 53.97 + 24.88 K$
SAN DIEGO	$Q = 13.08 + 2.64 K$
EL RAMAL	$Q = 11.30 + 4.95 K$
EL MOLINO	$Q = 7.53 + 4.44 K$

Tp	K	LA COMPANIA	SAN DIEGO	EL RAMAL	EL MOLINO
1	-1.30	21.63	9.65	4.87	1.76
2	-0.22	48.50	12.50	10.21	6.55
3	0.24	59.94	13.71	12.49	8.60
4	0.65	70.42	14.80	14.52	10.42
5	0.71	71.63	14.95	14.81	10.68
10	1.34	87.31	16.62	17.93	13.48
15	2.30	111.19	19.15	22.69	17.74
20	2.40	113.68	19.42	23.18	18.19
25	2.50	116.17	19.68	23.68	18.63
50	2.71	121.39	20.23	24.71	19.65
100	3.27	135.33	21.71	27.49	22.05
200	3.83	149.26	23.19	30.26	24.54
500	4.46	164.93	24.85	33.38	27.33
1000	5.08	180.36	26.49	36.45	30.09
5000	5.50	190.81	27.60	38.53	31.95
10000	5.94	201.76	28.76	40.70	33.90

TABLA A-3.14

METODO DE GUMBEL - INTERVALO DE CONFIANZA
VALORES DE LA DISTRIBUCION t DE STUDENT



n	0.90	0.95	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999	0.9995	0.9998	0.9999
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

TABLA A-3.15

Hoja 1 de 2

DISTRIBUCION PEARSON TIPO III - VALORES DEL COEFICIENTE DE FRECUENCIA K

C _i	p, en porcentaje									
	0.5	1	2	10	20	30	40	50	75	99
-3.0	0.67	0.67	0.66	0.64	0.61	0.40	-0.42	-1.18	-2.00	-4.05
-2.8	0.71	0.71	0.71	0.70	0.67	0.38	-0.46	-1.21	-2.01	-3.97
-2.6	0.77	0.77	0.77	0.75	0.70	0.37	-0.50	-1.24	-2.01	-3.89
-2.4	0.85	0.83	0.83	0.80	0.73	0.35	-0.54	-1.26	-2.01	-3.80
-2.2	0.91	0.91	0.90	0.84	0.75	0.33	-0.57	-1.28	-2.01	-3.71
-2.0	1.00	0.99	0.98	0.90	0.76	0.31	-0.61	-1.30	-2.00	-3.61
-1.8	1.10	1.09	1.07	0.95	0.80	0.28	-0.64	-1.32	-1.98	-3.50
-1.6	1.22	1.20	1.17	0.99	0.82	0.25	-0.68	-1.33	-1.96	-3.39
-1.4	1.35	1.32	1.27	1.04	0.83	0.23	-0.71	-1.34	-1.94	-3.27
-1.2	1.50	1.45	1.38	1.09	0.84	0.20	-0.73	-1.34	-1.91	-3.15
-1.0	1.66	1.59	1.49	1.13	0.85	0.16	-0.74	-1.34	-1.88	-3.02
-0.8	1.84	1.73	1.61	1.17	0.86	0.13	-0.78	-1.34	-1.84	-2.89
-0.6	2.02	1.88	1.72	1.20	0.86	0.10	-0.80	-1.33	-1.80	-2.76
-0.4	2.20	2.03	1.83	1.23	0.86	0.07	-0.82	-1.32	-1.75	-2.62
-0.2	2.39	2.18	1.95	1.26	0.85	0.03	-0.83	-1.30	-1.70	-2.47
0.0	2.58	2.33	2.02	1.28	0.84	0.00	-0.84	-1.28	-1.64	-2.33
0.2	2.76	2.47	2.16	1.30	0.83	-0.03	-0.85	-1.26	-1.58	-2.18
0.4	2.95	2.61	2.26	1.32	0.82	-0.07	-0.85	-1.23	-1.52	-2.03
0.6	3.13	2.75	2.35	1.33	0.80	-0.10	-0.85	-1.20	-1.45	-1.88
0.8	3.31	2.89	2.45	1.34	0.78	-0.13	-0.86	-1.17	-1.38	-1.74
1.0	3.49	3.02	2.54	1.34	0.76	-0.16	-0.85	-1.13	-1.32	-1.59
1.2	3.66	3.15	2.62	1.34	0.73	-0.19	-0.84	-1.08	-1.24	-1.45
1.4	3.83	3.27	2.71	1.34	0.71	-0.22	-0.83	-1.04	-1.17	-1.32
1.6	3.99	3.39	2.78	1.33	0.68	-0.25	-0.81	-0.99	-1.10	-1.20
1.8	4.15	3.50	2.85	1.32	0.64	-0.28	-0.80	-0.94	-1.02	-1.09
2.0	4.30	3.60	2.91	1.30	0.61	-0.31	-0.78	-0.90	-0.95	-0.99
2.2	4.46	3.68	2.95	1.27	0.57	-0.33	-0.75	-0.84	-0.88	-0.91
2.4	4.59	3.78	3.02	1.25	0.52	-0.35	-0.72	-0.79	-0.82	-0.83
2.6	4.71	3.86	3.08	1.21	0.48	-0.37	-0.70	-0.73	-0.76	-0.77

TABLA A-3.15

DISTRIBUCION WEIBULL TIPO III - VALORES DEL COEFICIENTE FRECUENCIA K

C ₁	D, en porcentaje									
	0.5	1	2	10	20	50	80	90	95	99
2.8	4.86	3.96	3.12	1.18	0.44	- 0.39	- 0.67	- 0.70	- 0.71	- 0.72
3.0	4.95	4.05	3.14	1.13	0.39	- 0.40	- 0.64	- 0.66	- 0.67	- 0.67
3.2	5.08	4.11	3.14	1.09	0.35	- 0.41	- 0.61	- 0.62	- 0.63	- 0.63
3.4	5.19	4.08	3.15	1.06	0.31	- 0.41	- 0.57	- 0.59	- 0.59	- 0.59
3.6	5.30	4.24	3.17	1.03	0.28	- 0.42	- 0.55	- 0.56	- 0.56	- 0.56
3.8	5.40	4.29	3.18	1.00	0.24	- 0.42	- 0.52	- 0.53	- 0.53	- 0.53
4.0	5.50	4.34	3.20	0.96	0.21	- 0.41	- 0.50	- 0.50	- 0.50	- 0.50
4.2	5.60	4.39	3.24	0.93	0.19	- 0.41	- 0.48	- 0.48	- 0.48	- 0.48
4.4	5.69	4.42	3.25	0.91	0.15	- 0.40	- 0.46	- 0.46	- 0.46	- 0.46
4.6	5.79	4.46	3.27	0.87	0.13	- 0.40	- 0.44	- 0.44	- 0.44	- 0.44
4.8	5.89	4.50	3.29	0.82	0.10	- 0.39	- 0.42	- 0.42	- 0.42	- 0.42
5.0	5.94	4.54	3.32	0.78	0.07	- 0.38	- 0.40	- 0.40	- 0.40	- 0.40

TABLA A-3.16

FACTORES PARA LA CURVA LOGARITMICA DESVIADA DE ALLEN HAZIN

Multiplicamos el coeficiente de variación por estos factores y sumamos algebraicamente a la unidad

Coeficiente de Desviación	Porcentaje de dominio crítico del flujo								
	99	95	90	50	20	5	1	0.1	0.01
0.0	-2.32	-1.64	-0.84	0.00	+0.84	+1.64	+2.32	+3.09	+3.72
0.1	-2.25	-1.62	-0.85	-0.02	+0.84	+1.67	+2.40	+3.24	+3.96
0.2	-2.18	-1.59	-0.85	-0.03	+0.83	+1.71	+2.48	+3.39	+4.20
0.3	-2.12	-1.56	-0.85	-0.05	+0.83	+1.74	+2.56	+3.55	+4.45
0.4	-2.05	-1.53	-0.85	-0.06	+0.82	+1.76	+2.64	+3.72	+4.72
0.5	-1.99	-1.50	-0.85	-0.08	+0.82	+1.79	+2.72	+3.90	+5.00
0.6	-1.92	-1.47	-0.85	-0.09	+0.81	+1.81	+2.80	+4.08	+5.30
0.7	-1.86	-1.44	-0.85	-0.11	+0.80	+1.84	+2.89	+4.28	+5.64
0.8	-1.80	-1.41	-0.85	-0.12	+0.79	+1.86	+2.97	+4.48	+6.00
0.9	-1.72	-1.38	-0.85	-0.14	+0.77	+1.89	+3.06	+4.69	+6.37
1.0	-1.68	-1.34	-0.84	-0.15	+0.76	+1.90	+3.15	+4.92	+6.77
1.1	-1.62	-1.31	-0.84	-0.17	+0.75	+1.92	+3.24	+5.16	+7.23
1.2	-1.56	-1.28	-0.83	-0.18	+0.74	+1.94	+3.33	+5.40	+7.66
1.3	-1.51	-1.25	-0.83	-0.19	+0.72	+1.96	+3.41	+5.64	+8.16
1.4	-1.46	-1.22	-0.82	-0.20	+0.71	+1.98	+3.50	+5.91	+8.66
1.5	-1.41	-1.19	-0.81	-0.22	+0.69	+1.99	+3.59	+6.18	+9.16
1.6	-1.36	-1.16	-0.81	-0.23	+0.67	+2.01	+3.69	+6.48	+9.79
1.7	-1.32	-1.13	-0.80	-0.24	+0.66	+2.02	+3.78	+6.77	+10.40
1.8	-1.27	-1.10	-0.79	-0.25	+0.64	+2.03	+3.88	+7.09	+11.07
1.9	-1.23	-1.07	-0.78	-0.26	+0.62	+2.04	+3.99	+7.42	+11.83
2.0	-1.19	-1.05	-0.77	-0.27	+0.61	+2.05	+4.07	+7.78	+12.60
2.1	-1.15	-1.02	-0.76	-0.28	+0.59	+2.06	+4.17	+8.13	+13.35
2.2	-1.11	-0.99	-0.75	-0.29	+0.57	+2.07	+4.27	+8.54	+14.20
2.3	-1.07	-0.96	-0.74	-0.30	+0.55	+2.07	+4.37	+8.95	+15.25
2.4	-1.03	-0.94	-0.73	-0.31	+0.53	+2.08	+4.48	+9.35	-
2.5	-1.00	-0.91	-0.72	-0.31	+0.51	+2.08	+4.58	+9.75	-
2.6	-0.97	-0.89	-0.71	-0.32	+0.49	+2.09	+4.68	+10.15	-
2.7	-0.94	-0.86	-0.69	-0.33	+0.47	+2.09	+4.78	+10.65	-
2.8	-0.91	-0.84	-0.68	-0.33	+0.45	+2.09	+4.89	+11.20	-
2.9	-0.87	-0.82	-0.67	-0.34	+0.43	+2.09	+5.01	+11.75	-
3.0	-0.84	-0.79	-0.66	-0.34	+0.41	+2.08	+5.11	+12.30	-
3.2	-0.78	-0.74	-0.64	-0.35	+0.37	+2.06	+5.35	+13.50	-
3.4	-0.73	-0.69	-0.61	-0.36	+0.32	+2.04	+5.58	-	-
3.6	-0.67	-0.65	-0.58	-0.36	+0.28	+2.02	+5.80	-	-
3.8	-0.62	-0.61	-0.55	-0.36	+0.23	+1.98	+6.10	-	-
4.0	-0.58	-0.56	-0.52	-0.36	+0.19	+1.95	+6.50	-	-
4.5	-0.48	-0.47	-0.45	-0.35	+0.10	+1.70	+7.30	-	-
5.0	-0.40	-0.40	-0.39	-0.34	0.00	+1.60	+8.20	-	-

La Tabla de Hazin es aplicable a los datos cuando por lo que no se investiga 2 C.

CORRELACION LINEAL Y EXPONENCIAL MULTIPLE DEL GASTO MAXIMO AFORADO, AREA, PENDIENTE DEL CAUCE Y PERIODO DE RETORNO DE LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS -- EL BAHAL, EL MOLINO, LA COMPAÑIA Y SAN DIEGO.

El ajuste será de la forma :

$$Q = A_0 + A_1 (\text{Area}) + A_2 (\text{Pendiente del Cauce}) + A_3 (\text{Periodo de Retorno}) + A_4 (\text{Long. Cauce})$$

CORRELACION LINEAL

NUMERO DE VARIABLES	A0	A1	A2	A3	A4	Coef. Corr
5 variables	-172.17725	1.08181	9843.11386	6.02408	-7.63298	1.0000
4 variables	123.35200	0.16144	-4846.71593	-1.65011		1.0000
3 variables	96.41473	0.15860	-4380.59233			0.99460
2 variables	7.32548	0.35930				0.98265

El ajuste será de la forma :

$$Q = A_0 \times A_1 (\text{Area}) \times A_2 (\text{Pendiente del Cauce}) \times A_3 (\text{Periodo de Retorno}) \times A_4 (\text{Long. Cauce})$$

CORRELACION EXPONENCIAL

NUMERO DE VARIABLES	A0	A1	A2	A3	A4	Coef. Corr
5 variables	-4.60945	0.01811	-1.78704	0.21117	-0.03911	1.0000
4 variables	-4.78455	-0.00760	-1.81923	0.22600		1.0000
3 variables	-4.04116	0.07338	-1.69835			0.99894
2 variables	1.05073	0.59684				0.89651

CORRELACION DE CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS Vs. GASTOS MAXIMOS
AFORADOS.

TABLA A-3.17

AJUSTE	VALOR VARIABLES	COEFICIENTE CORRELACION	F CALCULADA
1.- 5 Variables lineal	A0 = 184.51616 A1 = -0.23083 A2 = -8212.81835 A3 = -3.11734 A4 = 2.50418	1.0	1
2.- 4 Variables lineal	A0 = 123.35220 A1 = 0.16144 A2 = -4846.71593 A3 = 1.65011	1.0	1
3.- 3 Variables	A0 = 96.41473 A1 = 0.15860 A2 = -4380.592333	0.9946	1
4.- 2 Variables lineal	A0 = 7.35548 A1 = 0.35930	0.90265	1
5.- 5 Variables Exponencial	A0 = 0.00947659 A1 = 0.02174 A2 = -1.80272 A3 = 0.20220 A4 = -0.04063	1.0	1
6.- 4 Variables Exponencial	A0 = 0.00835788 A1 = -0.0076 A2 = -1.81923 A3 = 0.22600	1.0	1
7.- 3 Variables Exponencial	A0 = 0.017577 A1 = 0.07338 A2 = -1.69835	0.99894	1
8.- 2 Variables Exponencial	A0 = 2.8597379 A1 = 0.59684	0.89651	1

LINEAL

$Q = A_0 + A_1$ (Area) + A_2 (pendiente del cauce) + A_3 (periodo de retorno) + A_4 (longitud de cauce)

EXPONENCIAL.

$$Q = A^0 (\text{Area}) A^1 (\text{pendiente del cauce}) A^2 (\text{período de retorno}) A^3 (\text{longitud del cauce}) A^4$$

Resultado de las correlaciones :

1) Datos del Boletín.-

1.1) Lineal 5 Variables

$$Q_{\text{máx}} = 153.54183 + (-0.05363)A + (-6516.78473)S_c + (-2.528)Tr + (1.48025)L_c$$

$$= 1.00 \quad F = 28,583'100,000.00$$

1.2) Exponencial 5 variables

$$Q_{\text{máx.}} = 0.00863786 \frac{Tr^{0.21349} L_c^{0.01508}}{A^{0.01258} S_c^{1.814}} \quad f = -1.0 \quad F_{cal} > F_{tab}$$

1.3) Lineal 4 variables

$$Q_{\text{máx}} = 137.02693 + 0.12292 A + (-5579.53792)S_c + (-1.62584)Tr$$

$$F = 1 \quad F_{cal} > F_t$$

1.4) Exponencial 4 variables

$$Q_{\text{máx}} = 0.0086357 \frac{Tr^{0.21723}}{A^{0.00517} S_c^{1.81456}} \quad r = 1 \quad F_{cal} > F_t$$

1.5) Lineal 3 variables

$$Q_{\text{máx}} = 109.6517 + 0.12214 A - (5079.577778) S_c \quad r = 0.99475 \quad F_{cal} > F_t$$

1.6) Exponencial 3 Variables

$$Q_{\max} = 0.012944 \frac{A^{0.03489}}{S_c^{1.80517}} \quad r = 0.9978 \quad F_c > F_t$$

1.7) Lineal 2 Variables

$$Q_{\max} = 5.21074 + 0.34062 A \quad r = 0.96898 \quad F_c > F_t$$

1.8) Expo. 2 Variables

$$Q_{\max} = 2.12353 A^{0.63705} \quad r = 0.85462 \quad F_c > F_t$$

2) Datos Calculados.-

2.1) Lineal 5 Variables

$$Q_{\max} = 184.51616 + (-0.23083)A + (8212.81825)S_c + (-3.11734)Tr + (2.50418)L_c \quad r = 1.0 \quad F_c > F_t$$

2.2) Expo. 5 variables

$$Q_{\max} = 0.01063 \frac{A^{0.02385} Tr^{0.2103}}{S_c^{1.77268} L_c^{0.04927}} \quad r = 1.0 \quad F_c > F_t$$

2.3) Lineal 4 Variables

$$Q_{\max} = 123.3522 + (0.16144)A + (1.4846.71593)S_c + (-1.65011)Tr \\ r = 1.0 \quad F_c > F_t$$

2.4) Expo. 4 Variables

$$Q_{\text{mix}} = 0.00835788 \frac{T_r 0.2260}{A 0.0076 S_c 1.81923} \quad r = 1.0 \quad F_c > F_t$$

2.5) Lineal 3 Variables

$$Q_{\text{mix}} = 96.41473 + 0.15860A + (-4380.59233)S_c \quad r = 0.9946 \quad F_c > F_t$$

2.6) Expo. 3 Variables

$$Q_{\text{mix}} = 0.017577 \frac{A 0.07338}{S_c 1.69835} \quad r = 0.99894 \quad F_c > F_t$$

2.7) Lineal 2 variables

$$Q_{\text{mix}} = 7.32548 + 0.3593 A \quad r = 0.98265 \quad F_c > F_t$$

2.8) Expo. 2 Variables

$$Q_{\text{mix}} = 2.8597379 A^{0.59684} \quad R = 0.89651 \quad F_c > F_t$$

CON LINEAL MULTIPLE TOMANDO 4 ESTACIONES: EL RAMAL, EL MOLINO, LA CERRAJIA Y SAN DIEGO
 CON COMO DATOS LOS OBTENIDOS DEL BOLETIN HIDROLOGICO
 DE LA FORMA: $Q = A_0 + A_1 \cdot AREA + A_2 \cdot PENDIENTE + A_3 \cdot PERIODO DE RETORNO + A_4 \cdot LONGITUD DEL CRUCE$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 5 VARIABLES

-2122.53837 $A_1 = 7.45972$ $A_2 = 2103592.59700$ $A_3 = 79.50942$ $A_4 = -79.27837$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 2222032$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 4 VARIABLES

137.02693 $A_1 = 0.12292$ $A_2 = 2-5579.53732$ $A_3 = -1.62584$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 219925200000.000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 3 VARIABLES

109.65170 $A_1 = 0.12214$ $A_2 = 2-5079.57770$ COEF. CORR = 0.99475 $F = 141.833$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 2 VARIABLES

5.21074 $A_1 = 0.34852$ COEF. CORR = 0.96890 $F = 38.748$

DE LA FORMA: $Q = A_0 + A_1 \cdot AREA + A_2 \cdot PENDIENTE + A_3 \cdot PERIODO DE RETORNO + A_4 \cdot LONGITUD DEL CRUCE$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 5 VARIABLES

-4.76797 $A_1 = -0.02346$ $A_2 = -1.81765$ $A_3 = 0.21444$ $A_4 = 0.00736$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 219718000000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 4 VARIABLES

-4.75105 $A_1 = -0.02517$ $A_2 = -1.81456$ $A_3 = 0.21723$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 22137700000000.000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 3 VARIABLES

-4.34712 $A_1 = 0.03409$ $A_2 = -1.60517$ COEF. CORR = 0.99708 $F = 339.675$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 2 VARIABLES

0.75388 $A_1 = 0.63705$ COEF. CORR = 0.85462 $F = 5.418$

CON COMO DATOS LOS OBTENIDOS POR CASE INGENIERIA

DE LA FORMA LINEAL

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 5 VARIABLES

-172.17725 $A_1 = 1.00181$ $A_2 = 9943.11306$ $A_3 = 6.02402$ $A_4 = -7.63299$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 226295100000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 4 VARIABLES

127.75020 $A_1 = 0.16144$ $A_2 = 2-4816.71593$ $A_3 = -1.65011$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 217233200000.000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 3 VARIABLES

96.41473 $A_1 = 0.15860$ $A_2 = 2-4202.59233$ COEF. CORR = 0.99460 $F = 137.698$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 2 VARIABLES

7.32940 $A_1 = 0.35908$ COEF. CORR = 0.98265 $F = 56.149$

DE LA FORMA EXPONENCIAL

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 5 VARIABLES

-4.60945 $A_1 = 0.01811$ $A_2 = -1.70704$ $A_3 = 0.21117$ $A_4 = -0.02911$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 237356000000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 4 VARIABLES

-4.78455 $A_1 = -0.00700$ $A_2 = -1.81923$ $A_3 = 0.22609$ COEF. CORR = 1.00000 $F = 2650333000000.000$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 3 VARIABLES

-4.04116 $A_1 = 0.07330$ $A_2 = -1.69305$ COEF. CORR = 0.99094 $F = 704.045$

COEFICIENTE DE LA CORRELACION DE 2 VARIABLES

1.05073 $A_1 = 0.59684$ COEF. CORR = 0.89531 $F = 0.190$

METODOS RELACION LLUVIA-ESCURRIMIENTO

1.- METODO DE CHOW

El valor de n de la tabla A-3.19

para suelo tipo c con pastizal normal n = 79

$$T_p = 0.005 \left(\frac{1300}{\sqrt{2.5}} \right) 0.64 = 1.66 \text{ horas} = 1.7 \text{ horas}$$

TABLA A-3.18

D (hora)	Tr (años)	I cm/ hr.	pb	$\frac{peb - (pb - 1.35)^2}{pb + 5.40}$	$\frac{peb}{D} = x$	$Y = 2.78 \frac{p}{pb}$	tp o tc	$\frac{D}{tp}$	Z	Q m ³ /seg.
1	10	4.1	4.1	0.796	0.796	$2.78 \times 1.51 = 4.20$	1.7	0.59	0.45	160.43
2	10	2.6	5.2	1.398	0.699	4.20	1.7	1.18	0.75	234.81
3	10	2.0	6.0	1.896	0.632	4.20	1.7	1.76	0.90	254.76
4	10	1.7	6.8	2.434	0.6085	4.20	1.7	2.35	1.00	272.54
5	10	1.1	5.5	1.580	0.316	4.20	1.7	2.94	1.00	141.43

Para determinar $\frac{p}{pb}$ se analizaron las tormentas más desfavorables en la zona correspondiente a:

TABLA A-3.18.1

AÑO	MES	P	pb	p/pb
1958	Septiembre	64	34	1.88
1959	Octubre	35	85	0.41*
1961	Septiembre	42	34	1.24
1967	Septiembre	130	83	1.56
1969	Septiembre	150	112	1.34

1.51 Propedio.

* No se tomó en el promedio

CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION

La expresión propuesta por la Soil Conservation Service Guide Es:

$$T_c = 0.93 \frac{L^{1.155}}{H^{0.385}}$$

Bonde :

T_c = Tiempo de concentración

L = Longitud del cauce principal, tabla No.

H = Desnivel entre el lecho de la corriente con el punto del estudio y el punto más elevado del parteaguas, figura 2.

$$T_c = 0.93 \frac{(13.0)^{1.155}}{(460.00)^{0.385}} = 1.697 \text{ horas}$$

La expresión propuesta por Rowe es :

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

Bonde :

T_c = Tiempo de concentración

L = Longitud del cauce principal,

H = Densivel total.

$$T_c = \left(\frac{(0.86)(13.0)^3}{460.0} \right)^{0.385} = 1.7227 \text{ horas.}$$

CALCULO DEL TIEMPO DE RETRASO DEL PICO

La expresión propuesta por Chow es:

$$T_p = 0.005 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64}$$

donde :

T_p = tiempo de retraso del pico de hidrograma respecto al centro de masas de la precipitación en exceso.

L = longitud del cauce principal

S = Pendiente media del cauce.

$$T_p = 0.005 \left(\frac{13000.00}{\sqrt{2.5}} \right)^{0.64} = 1.66226 \text{ horas.}$$

TABLA A-3.19

SELECCION DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO "N" DE ACUERDO
CON EL CRITERIO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE

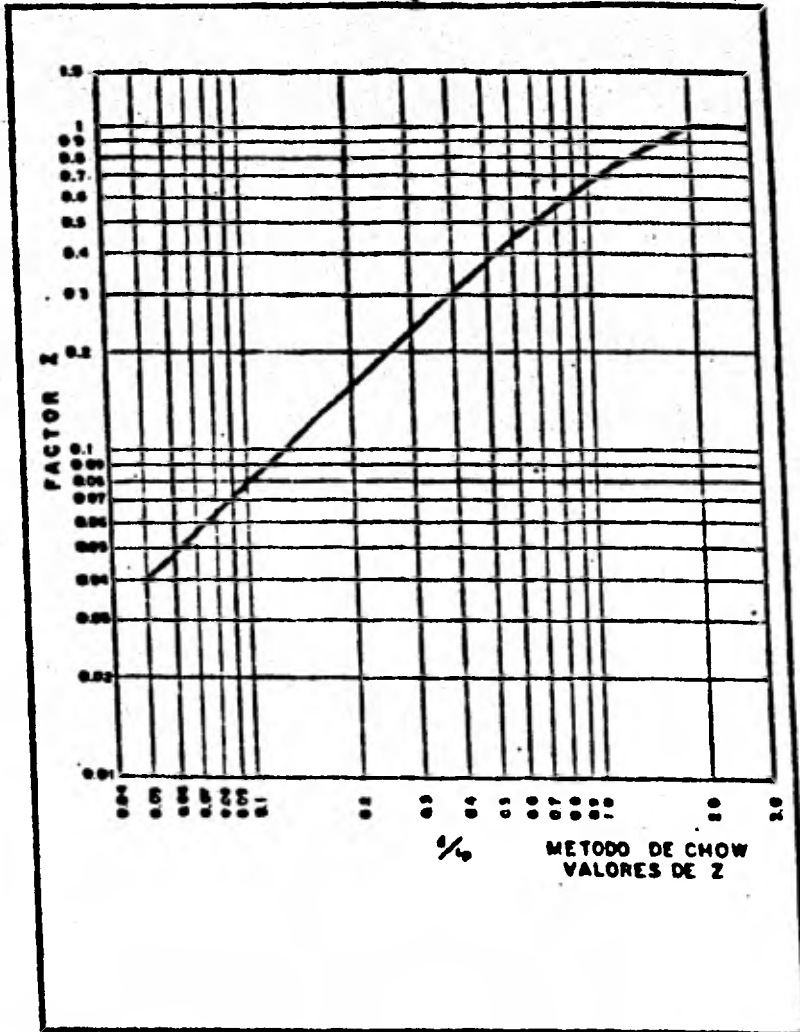
Uso de la tierra y cobertura	Condiciones de la superficie	Tipo del Suelo			
		A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivos)	Espacido o de baja transpiración.	45	66	77	83
	Normal	26	60	73	79
	Denso o de alta transpiración	25	35	70	77
Camino	De tierra	79	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy espaciado o de baja transpi- ración	56	75	86	91
	Espacido o de baja transpiración.	46	68	78	84
	Normal	36	60	70	76
	Denso o de alta transpiración	26	52	62	69
	Muy denso o de alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo) Cultivos de surco	Surcos rectos	77	86	91	94
	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Superficie impermeable		100	100	100	100

DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO

- Tipo A. Suelos muy permeables y bien drenados. (Montes profundos de arenas, gravas, etc., con niveles freáticos bajos).
- Tipo B. Suelos permeables, regularmente drenados. (Suelos arenosos y loess medianamente profundos o menos compactos que el del Tipo A).
- Tipo C. Suelos poco permeables. (Montes poco profundos con altos porcentajes de arcilla y coloides).
- Tipo D. Suelos prácticamente impermeables. (Arcillas altamente expansivas y suelos eg al impermeables cerca de la superficie).

TABLA A-3.20

GRAFICA (A-5)



2.- HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR.-

$$n = \frac{T_r}{T_p} = 1.67 \quad ; \quad T_p = T_c$$

$$T_e = 1.7 \text{ horas}$$

$$T_b = (1+n) T_p = (1+1.67) 1.7 = 4.54 \text{ horas}$$

$$q_p = \frac{5.56}{2.67} \frac{106.461}{1.7} = V = 130.624 \text{ V}$$

Donde V es la lámina de escurrimiento en cm. para determinar la -- lámina de escurrimiento de la tabla A-3.22 que nos proporciona las precipitaciones medias diarias en los meses más desfavorables de -- acuerdo al boletín de la S.A.R.H., y considerando que la lluvia -- acumulada en 24 horas se presentó en las horas del T_c , nos resulta h_p más desfavorable en septiembre de 1967; = 32.7 mm = 3.27 cm; -- adicionalmente se ha considerado en otros métodos el coeficiente -- de escurrimiento del 30% por lo que:

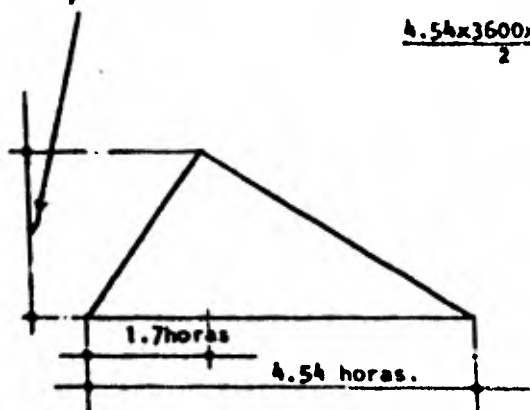
$$q_p = 130.629 \times 3.27 \times 0.3 = 128.14 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

y el hidrograma sintético resulta:

$$q_p = 128.14 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Volumen de la Avenida

$$\frac{4.54 \times 3600 \times 128.11}{2} = 1047.160 \text{ miles de m}^3$$



3.- Método de I - Paf-tti

$$Q_{\text{máx}} = 2.78 \frac{Ape}{L^2} f(n, cm)$$

$$f(n, cm) = \left(\frac{n-1}{0}\right)^{n-1} \frac{n-1}{\Gamma(n)}$$

$$n = \frac{4 \text{ cm}}{kL}$$

$$cm=0.93 \text{ A } 1.085_L^{-1.233}_S^{-0.668} = 0.93(106.461)^{1.085} (13)^{-1.233} (2.4)^{-0.668} = 3.47$$

$$k1=0.73 \text{ (A)}^{0.937}_L^{-1.474}_S^{-1.473} = 0.73(106.461)^{0.937} (13)^{-1.474} (2.4)^{-1.473} = 0.363$$

$$n = \frac{4 \times 3.47}{0.363} = 38.24$$

$$F(n) = r(38.24) = 3.261307848 \times 10^3$$

$$F(n, cm) = \left(\frac{38.24-1}{0}\right)^{38.24-1} \frac{38.24-1}{r(38.24)} = 2.434$$

De la tabla, para la condición mas desfavorable

P = 3.27 cm y usando el coeficiente de escurrimiento de 0.3

$$Pe = 0.3 \times 3.27 = 0.981$$

$$Q_{\text{máx.}} = \frac{2.78 (106.461)^{0.981}}{3.47} (2.424) = 203.65 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

TABLA A-3.21

$$h_p (\text{Salitre}) = 0.580 h_p (\text{P.Villa Victoria}) + 0.338 h_p (\text{V.Allende}) + 0.982 (\text{Palizada}).$$

ARO	MES	DIA	PRESA VILLA VICTORIA	VILLA DE ALLENDE	PALIZADA	SALITRE
1955	Septiembre	1	11.3	13.5		11.1
		2	9.0	25.5		13.8
		3	20.3	12.5		16.0
		4	33.5	20.5		26.4
		5	1.7	21.0		8.1
		6	1.2	19.0		7.1
		7	INAP	19.5		6.6
		8	5.0	59.5		23.0
		9	0.0	0.0		0.0
		10	0.0	INAP		0.0
		11	1.8	2.0		1.7
		12	8.2	14.5		9.7
		13	4.1	12.5		6.6
1958	Septiembre	15		INAP	2.1	
		16		2.0	11.5	
		17		0.0	5.5	
		18		6.5	34.7	
		19		0.0	11.5	
		20		1.5	0.0	
		21		INAP	11.0	
		22		0.0	0.0	
		23		0.0	1.7	
		24		10.5	1.2	
1959	Octubre	11	0.0	0.0	0.0	0.0
		12	2.7	0.0	0.0	1.6
		13	2.7	3.5	17.0	4.1
		14	3.4	8.5	10.5	5.7
		15	0.0	9.5	0.0	3.2
		16	1.0	18.5	20.5	8.5
		17	0.0	16.5	3.5	5.9
		18	0.0	4.5	2.0	1.7
		19	0.0	6.0	0.0	2.0
		20	0.0	2.0	22.0	2.5
		21	8.2	14.5	18.3	11.2
22	8.3	0.0	10.5	5.7		
23	1.6	0.0	0.0	0.9		
24	6.7	2.5	0.0	4.7		

ARO	MES	DIA	PRESA VILLA VICTORIA	VILLA DE ALLENDE	PALIZADA	SALITRE
	Septiembre	9	1.0	4.5	1.0	2.2
		10	2.3	0.0	0.0	1.3
		11	0.3	2.5	2.0	1.2
		12	8.0	18.5	18.0	12.4 *
1961	Septiembre	13	11.8	15.0	3.0	12.2
		14	1.9	2.5	6.0	2.4
		15	10.5	0.0	4.0	6.4
		16	1.4	18.0	0.0	6.9
		17	4.0	6.0	0.0	4.6
		18	0.0	2.0	2.0	0.8
		21	24.8	4.0	0.0	15.7
		22	14.7	48.0	24.5	26.8
		23	15.0	18.5	10.0	15.8
1967	Septiembre	24	0.0	0.0	0.0	0.0
		25	3.8	16.5	0.0	7.8
		26	30.0	22.5	42.5	28.5
		27	21.5	56.5	13.5	32.7 *
1969	Agosto	19	0.0	0.0	0.0	0.0
		20	1.0	19.0	1.5	7.1
		21	14.0	0.0	11.0	9.0
		22	7.5	12.0	5.5	8.9
		23	0.0	14.5	0.0	4.9
		24	2.0	16.5	0.0	6.7
		25	14.5	14.0	13.0	14.2
		26	11.0	8.0	20.3	10.7
		27	1.0	0.0	13.7	1.7
		28	2.7	3.5	3.5	3.0
		29	7.3	0.0	20.5	5.9
		30	7.9	16.0	7.5	10.6
		31	4.6	13.0	20.0	8.7
1969	Septiembre	- 1	31.7	0.0	40.5	21.7 *
		2	5.3	24.5	5.0	11.8
		3	13.0	18.0	5.0	14.0
		4	5.2	4.5	4.0	4.9

METODO SECCION DE CONTROL.

Método de sección de control.-

De acuerdo con las huellas observadas, el tirante máximo alcanzado es de aproximadamente 0.65 m, arriba del fondo del cauce, tal como se muestra en la figura. A3.2

$$Q = \sqrt{\frac{(10.63)^3}{23.45}} \times 9.8 = 22.40 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

Con el objeto de visualizar el fenómeno en la tabla siguiente se presentan los gastos que originarían si el tirante subiera arriba del nivel detectado :

$$Q^2 = \frac{A^3}{B} \quad A = 10.63 + 23.45 \text{ Ah}$$

$$Q = \sqrt{\frac{(10.63 + 23.45 \text{ Ah})^3 \times 9.8}{23.45}}$$

TABLA A-3.22

Ah	H Total	Q (M ³ /seg.)	Vc M/seg.
0.1	0.75	30.21	2.33
0.2	0.85	38.76	2.53
0.3	0.95	48.00	2.72
0.35	1.00	52.85	2.81
0.40	1.05	57.86	2.89
0.50	1.15	68.33	3.06
0.60	1.25	79.35	3.21
0.70	1.35	90.92	3.36
0.80	1.45	103.00	3.50
1.85	1.50	109.23	3.57
0.90	1.55	115.57	3.64
1.00	1.65	128.61	3.77

SECCION BAJO EL PUEBTE DE ESTRUCTURA METALICA

DEL ARROYO EL SALITRE

AREA = 10.63 m²

B = 23.45 m

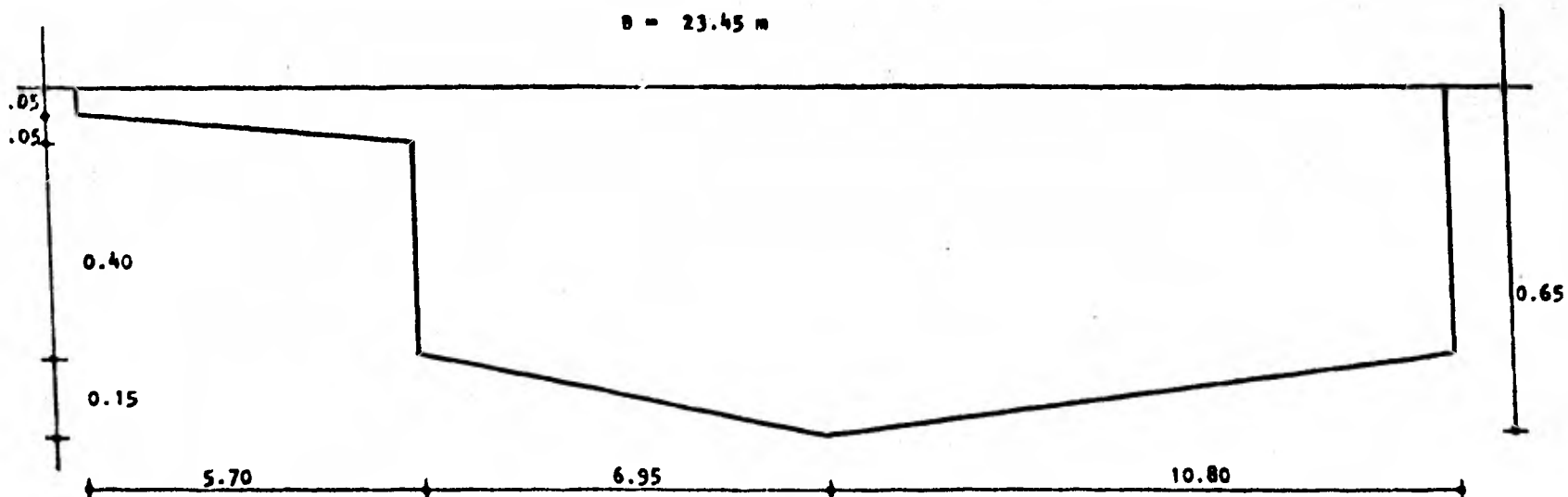


FIG. A - 3.2

B I B L I O G R A F I A

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA
MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
SECCION E HIDRAULICA

RAY K. LINSLEY; JOSEPH B. FRANZINI
INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS
EDITORIAL CECSA México 1968

HIDROLOGIA PRIMERA PARTE
DR. ROLANDO SPRINGALL G.
INSTITUTO DE INGENIERIA U.N.A.M.
México 1970.

ANALISIS ESTADISTICO Y PROBABILISTICO DE
DAFOS HIDRAULICOS
HIDROLOGIA SUPERFICIAL (Capítulo 8)
DR. ROLANDO SPRINGALL G.
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTIMACION DE
CAUDALES MAXIMOS PARA EL DISEÑO DE -
ALGUNAS OBRAS DE INGENIERIA
ING. GONZALO LOPEZ DE HARO
TESIS FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

BOLETIN HIDRAULICO N° 49
REGION HIDROLOGICA N° 18 (Parcial)
CUENCA DEL MEDIO Y BAJO BALSAS
TOMOS I - II - III - IV - V.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICO
SUBSECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIO
DIRECCION DE HIDROLOGIA.

DRENAJE EN CUENCAS PEQUEÑAS

DR. ROLANDO SPRINGALL G.
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
MEXICO 1969.

ESCURRIMIENTO EN CUENCAS GRANDES

DR. ROLANDO SPRINGALL G.
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
MEXICO 1969.

**GASTO MAXIMO APORTADO POR UNA
CUENCA PEQUEÑA**

OSCAR VEGA ROLDAN
I CONGRESO NACIONAL DE HIDRAULICA
OAXTEPEC , MOR. 1970.

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y
REVISION DE ESTRUCTURAS PARA EL
CONTROL DE AVENIDAS
CONSULTORES S.A.
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECUR
SOS HIDRAULICOS
COMISION DEL PLAN NACIONAL HIDRAULICO.

ESTADISTICA

MURRAY R. SPIEGEL
LIBROS SERIE SCHAUM
EDITORIAL MC. GRAW-HILL DE MEXICO,
S.A. DE C.V.

INGENIERIA SANITARIA

ING. ERNESTO MURGUIA VACA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO.

TABLA A-3.19

SELECCION DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO "N" DE ACUERDO CON EL CRITERIO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE

Uso de la tierra o cobertura	Condiciones de la superficie	Tipo del Suelo			
		A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Esparcido o de baja transpiración	45	66	77	83
	Normal	36	60	73	79
	Denso o de alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy esparcido o de baja transpiración	56	75	86	91
	Esparcido o de baja transpiración	46	68	78	84
	Normal	36	60	70	76
	Denso o de alta transpiración	26	52	62	69
	Muy denso o de alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo) Cultivo de surcos	Surcos rectos	77	86	91	94
	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Superficie impermeable		100	100	100	100

DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO

- Tipo A. Suelos muy permeables y bien drenados. (Montes profundos de arenas, gravas, etc., con niveles freáticos bajos).
- Tipo B. Suelos permeables, regularmente drenados. (Suelos arenosos y limos medianamente profundos o menos compactos que el del tipo A).
- Tipo C. Suelos poco permeables. (Montes poco profundos con altos porcentajes de arcilla y coloides).
- Tipo D. Suelos prácticamente impermeables. (Arcillas altamente expansivas y suelos eq. al impermeables cerca de la superficie).