



Repetido

CI-122

2001

**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

C-04

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN AGUAS SUPERFICIALES

MOD. II ESCURRIMIENTO DE LLUVIAS

Del 31 de agosto al 08 de septiembre de 2001

A PUNTES GENERALES

M. en I. Ma. del Rosío Ruiz Urbano
Comisión Nacional del Agua
Agosto - septiembre /2001

INDICE.

NOMBRE	PAG.
1. INTRODUCCION.....	1
2. REGION HIDROLOGICA No. 36. CUENCA DE LOS RIOS NAZAS Y AGUANAVAL.....	2
2.1 DESCRIPCION DE LA REGION.....	2
2.1.1. LOCALIZACION.....	2
2.1.2. OROGRAFIA.....	2
2.1.3. INFORMACION HIDROMETRICA.....	2
2.1.4. DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION.....	3
3. ANALISIS HIDROLOGICO.....	4
3.1 IDENTIFICACION DE REGIONES HOMOGENEAS.....	4
3.1.1. CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA.....	4
3.2 REGIONALIZACION DE CUENCAS DE ACUERDO A SUS CARACTERIS TICAS FISIOGRAFICAS.....	9
3.2.1. TRAZO MULTIDIMENSIONAL.....	9
3.2.1.1. PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR REGIONES HOMOGENEAS.....	9
3.3 ANALISIS REGIONAL.....	14
3.3.1. METODO DE LAS ESTACIONES AÑO.....	15
3.3.2. METODO DE LA AVENIDA INDICE.....	16
3.3.3. METODO DE BOX-COX DE UNA POTENCIA.....	17
3.3.4. METODO DE CORRELACION MULTIPLE ASOCIADO A CARAC- TERISTICAS FISIOGRAFICAS MAS SIGNIFICATIVAS.....	18
4. CONCLUSIONES.....	19
5. APENDICE.....	20

2. REGIÓN HIDROLÓGICA No. 36

CUENCA DE LOS RÍOS NAZAS Y AGUANAVAL.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN.

2.1.1. LOCALIZACIÓN.

La región hidrológica no. 36 se ubica al norte de la República Mexicana entre los paralelos 22°40' y 26°35' de latitud norte y los meridianos 101°30' y 106°20' de longitud WE. Esta región corresponde a las cuencas cerradas de los ríos Nazas y Aguanaval, principalmente. Su superficie total es de 98.372 km² correspondiéndole el 63.2% a la cuenca del río Nazas y el 36.8% a la del río Aguanaval. (Plano 1).

2.1.2. OROGRAFIA.

El parteaguas occidental lo constituye la Sierra Madre Occidental, esta también limita, en menor medida, la parte sur de la región. Sin embargo, el parteaguas situado al norte y al este no está bien definido. De esta manera, el Nazas y el Aguanaval fluyen de oeste a este y de sur a norte, respectivamente, y desembocan, el primero a la Laguna de Mayrán y el segundo a la Laguna de Viesca. (Plano 2).

2.1.3. INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA.

Se tienen datos generales sobre gastos máximos anuales de 1910 hasta 1995. (ver tabla 1).

Se cuenta con un total de 19 estaciones hidrométricas en la región, pero en el estudio se consideran 15 porque contaban con más de 8 años de registro.

2.1.4. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN.

La precipitación media anual en la cuenca es de 369 mm durante el período 1931-1995. Las lluvias máximas se presentan en las partes altas de la cuenca, al sur y al oeste en los estados de Zacatecas y Durango. Las lluvias mínimas se presentan en la parte central de la cuenca. La temporada de lluvias queda comprendida entre los meses de julio y octubre, en los que se acumula del 80 al 85% del total anual, con máximos en los meses de julio y agosto. La época de estiaje abarca de noviembre a mayo, con mínimos en los meses de febrero a abril.

En los inicios de los ríos Nazas y Aguanaval el clima se clasifica como frío estepario, mientras que en la desembocadura a las Lagunas de Mayrán y Viesca, el clima se clasifica como caliente desértico.

3. ANÁLISIS HIDROLÓGICO.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE REGIONES HOMOGÉNEAS.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE LA CUENCA.

Los procesos hidrológicos que ocurren dentro de una cuenca drenada, son determinados principalmente, por sus propiedades físicas.

En la siguiente tabla se presentan las variables asociadas a las características de la cuenca, que se consideran en este estudio:

DESCRIPCIÓN.	VARIABLE	UNIDADES.
Área drenada hasta la estación.	A	Km
Longitud de la corriente principal.	L	km.
Precipitación media anual.	Hp	mm.
Perímetro del parteaguas.	P	km.
Orden de la corriente principal.	Or.	
Pendiente media de la cuenca.	S	
Pendiente media del cauce.	Sc	
Elevación media de la cuenca.	E.	m. s. n. m.

<i>DESCRIPCIÓN.</i>	<i>VARIABLE</i>	<i>UNIDADES.</i>
<i>Parámetro de forma.</i>	<i>P.F.</i>	<i>Km⁻¹</i>
<i>Densidad de Drenaje.</i>	<i>Dd.</i>	<i>Km⁻¹</i>
<i>Latitud del Centroide de la cuenca.</i>	<i>Cenlat.</i>	<i>Grados.</i>
<i>Longitud del Centroide de la cuenca.</i>	<i>Cenlong.</i>	<i>Grados.</i>
<i>Coefficiente de escurrimiento.</i>	<i>C E.</i>	

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS.

ÁREA DRENADA HASTA LA ESTACIÓN.

Se considera el área en proyección horizontal encerrada por el parteaguas. La medición se realizó en los planos editados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (INEGI), a escala 1:250,000.

RED DE DRENAJE.

Esta característica fisiográfica se encuentra conformada por las siguientes características físicas:

*Orden de Corriente
Longitud de la Corriente principal
Densidad de Drenaje.*

Dichas características son importantes ya que muestran la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL.

Se obtuvo con ayuda del plano del INEGI

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.

Su valor se obtuvo utilizando el método de Horton, quien propone las siguientes expresiones.

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

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

Donde:

S_x, Pendiente de la cuenca en dirección de x.

S_y, Pendiente de la cuenca en dirección de y.

D, Desnivel constante entre curvas de nivel. (500 m)

L_x, Longitud total de las líneas de la malla en dirección x comprendidas dentro de la cuenca.

L_y, Longitud total de las líneas de la malla en dirección y comprendidas dentro de la cuenca.

N_x, Número total de intersecciones y tangencias de las líneas de la malla en la dirección x, con las curvas de nivel.

N_y, Número total de intersecciones y tangencias de las líneas de la malla en la dirección y, con las curvas de nivel.

Finalmente, para el calculo de la pendiente media de la cuenca, se utiliza la siguiente ecuación.

$$S = \frac{ND}{L}$$

Donde:

$$L = L_x + L_y$$

$$N = N_x + N_y$$

ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA.

Se obtiene con el método de las intersecciones. Se calcula como el promedio de las elevaciones de todas las intersecciones.

PENDIENTE DE LA CORRIENTE PRINCIPAL.

Su cálculo se basó en las ecuaciones propuestas por Taylor-Schwartz, cuya hipótesis considera que el río tiene un régimen uniforme.

$$S_c = \left(\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2$$

Donde:

n, Número de tramos en que se divide el río.

S_i, Pendiente de cada tramo.

S_c, Pendiente media de la cuenca.

PARÁMETRO DE FORMA.

El parámetro de forma indica la forma que tiene cada cuenca expresada como una relación entre el perímetro de la cuenca y su área.

UBICACIÓN DEL CENTROIDE DE LA CUENCA.

El Centroide o centro de gravedad, es el lugar geométrico en donde se supone concentrada toda la superficie drenada por la cuenca. Se considera en un diseño, el centro de la tormenta que es empleada en un modelo lluvia-escorrentamiento. Esta dada por las siguientes ecuaciones:

$$X_c = \frac{(X_1 \cdot A_1 + X_2 \cdot A_2 + \dots + X_n \cdot A_n)}{A_t}$$

$$Y_c = \frac{(Y_1 \cdot A_1 + Y_2 \cdot A_2 + \dots + Y_n \cdot A_n)}{A_t}$$

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

Se define como la relación entre el volumen de escurrimiento directo y el volumen total de lluvia.

$$C.E. = \frac{V_e}{V_{ll}}$$

Donde:

C.E., Coeficiente de escurrimiento

V_e, Volumen de escurrimiento directo.

V_{ll}, Volumen total de lluvia.

La tabla 2, muestra el resumen de las características fisiográficas de la Región Hidrológica No. 36.

La tabla 1 presenta el registro histórico de 1910 a 1995 de 15 estaciones hidrométricas con mas de 8 años de registro.

<i>ESTACIÓN.</i>	<i>PERÍODO</i>	<i>No. DE AÑOS.</i>
<i>El Sauz I.</i>	<i>1928-1949</i>	<i>22</i>
<i>El Sauz II.</i>	<i>1949-1977</i>	<i>22</i>
<i>Salome Acosta.</i>	<i>1969-1995</i>	<i>27</i>
<i>El Palmito I.</i>	<i>1929-1946</i>	<i>18</i>
<i>El Palmito II.</i>	<i>1946-1995</i>	<i>50</i>
<i>Agustín Melgar.</i>	<i>1970-1995</i>	<i>26</i>
<i>Cañón I.</i>	<i>1936-1968</i>	<i>33</i>
<i>Cañón II.</i>	<i>1968-1995</i>	<i>28</i>
<i>Ángeles.</i>	<i>1964-1977</i>	<i>14</i>
<i>Coyote.</i>	<i>1910-1977</i>	<i>68</i>
<i>Cuije.</i>	<i>1936-1977</i>	<i>42</i>
<i>Sardinas I.</i>	<i>1970-1995</i>	<i>26</i>
<i>Sardinas II.</i>	<i>1970-1977</i>	<i>8</i>
<i>Cazadero.</i>	<i>1961-1977</i>	<i>17</i>
<i>La Flor</i>	<i>1941-1977</i>	<i>37</i>

c). Realizar un análisis de frecuencia.

Análisis de Frecuencia.

Muchos procesos en Hidrología deben ser analizados y explicados en base a la ciencia probabilística, por su inherente aleatoriedad. Por lo tanto, no es posible predecir una avenida o una

La tabla 1 presenta el registro histórico de 1910 a 1995 de 15 estaciones hidrométricas con mas de 8 años de registro.

<i>ESTACIÓN.</i>	<i>PERÍODO</i>	<i>No. DE AÑOS.</i>
<i>El Sauz I.</i>	<i>1928-1949</i>	<i>22</i>
<i>El Sauz II.</i>	<i>1949-1977</i>	<i>22</i>
<i>Salome Acosta.</i>	<i>1969-1995</i>	<i>27</i>
<i>El Palmito I.</i>	<i>1929-1946</i>	<i>18</i>
<i>El Palmito II.</i>	<i>1946-1995</i>	<i>50</i>
<i>Agustín Melgar.</i>	<i>1970-1995</i>	<i>26</i>
<i>Cañón I.</i>	<i>1936-1968</i>	<i>33</i>
<i>Cañón II.</i>	<i>1968-1995</i>	<i>28</i>
<i>Ángeles.</i>	<i>1964-1977</i>	<i>14</i>
<i>Coyote.</i>	<i>1910-1977</i>	<i>68</i>
<i>Cuije.</i>	<i>1936-1977</i>	<i>42</i>
<i>Sardinas I.</i>	<i>1970-1995</i>	<i>26</i>
<i>Sardinas II.</i>	<i>1970-1977</i>	<i>8</i>
<i>Cazadero.</i>	<i>1961-1977</i>	<i>17</i>
<i>La Flor.</i>	<i>1941-1977</i>	<i>37</i>

c). Realizar un análisis de frecuencia.

Análisis de Frecuencia.

Muchos procesos en Hidrología deben ser analizados y explicados en base a la ciencia probabilística, por su inherente aleatoriedad. Por lo tanto, no es posible predecir una avenida o una

- d). *Seleccionar un peso para cada variable fisiográfica acorde a su relativa importancia.*

Este procedimiento se llevó a cabo realizando un análisis de varianza, probando el estadístico 't' para cada característica.

Análisis de Varianza.

El análisis de varianza es la prueba estadística que sirve para demostrar si dos variancias muestrales provienen de la misma población. Este concepto es muy útil en la regionalización ya que permite discriminar cuáles variables son significativas en un modelo de regresión. En este caso las poblaciones analizadas deben tener una distribución de probabilidad Normal.

Esta prueba se basa en que el estadístico de prueba sigue la distribución F.

Las principales características de esta distribución son:

- 1. Un elemento específico de la familia esta determinado por dos parámetros, los grados de libertad en el numerador y en el denominador*
- 2. El valor de F no puede ser negativo.*
- 3. La distribución F es una distribución continua.*
- 4. La curva que representa una distribución F tiene un sesgo positivo.*
- 5. Sus valores de 0 a infinito y tiene un comportamiento asintótico sobre el eje x.*

Para la región en estudio se realizó el análisis de varianza con ayuda del paquete QUATTRO PRO.

Se realizaron en total nueve iteraciones asociadas a cada uno de los periodos de retorno.

La tabla 4 muestra la última iteración relacionada al periodo de

- d). *Seleccionar un peso para cada variable fisiográfica acorde a su relativa importancia.*

Este procedimiento se llevó a cabo realizando un análisis de varianza, probando el estadístico 't' para cada característica.

Análisis de Varianza.

El análisis de varianza es la prueba estadística que sirve para demostrar si dos variancias muestrales provienen de la misma población. Este concepto es muy útil en la regionalización ya que permite discriminar cuáles variables son significativas en un modelo de regresión. En este caso las poblaciones analizadas deben tener una distribución de probabilidad Normal.

Esta prueba se basa en que el estadístico de prueba sigue la distribución F.

Las principales características de esta distribución son:

- 1. Un elemento específico de la familia esta determinado por dos parámetros, los grados de libertad en el numerador y en el denominador*
- 2. El valor de F no puede ser negativo.*
- 3. La distribución F es una distribución continua.*
- 4. La curva que representa una distribución F tiene un sesgo positivo.*
- 5. Sus valores de 0 a infinito y tiene un comportamiento asintótico sobre el eje x.*

Para la región en estudio se realizó el análisis de varianza con ayuda del paquete QUATTRO PRO.

Se realizaron en total nueve iteraciones asociadas a cada uno de los períodos de retorno.

La tabla 4 muestra la última iteración relacionada al período de

Para asignar los miembros de cada grupo se obtiene la suma del cuadrado de las diferencias (SS) entre los puntos que forman las curvas características del j-ésimo grupo (S_j) y la curva de la k-ésima cuenca (T_k) en consideración.

$$SS = \sum (S_j - T_k)^2$$

La cuenca es localizada en el grupo con el menor valor de SS.

Para este trabajo se consideran 2 curvas características, generando 2 grupos diferentes.

La tabla 6, muestra las estaciones que conforman los dos grupos.

Asimismo, las gráficas 2 y 3 representan las curvas de Andrews para cada grupo.

3.3. ANÁLISIS REGIONAL.

La Regionalización es empleada en la Hidrología para facilitar la transferencia de información desde lugares con un mayor número de registros, a sitios cuyos registros son escasos o nulos. El proceso de regionalizar abarca una serie de detalles que deben cuidarse para lograr una confiable y exitosa estimación de los eventos a predecir.

Existe una gran cantidad de métodos para regionalizar, sin embargo en este estudio, se consideraron solo los más frecuentemente utilizados, tales como:

- 3.3.1 Método de las Estaciones Año.*
- 3.3.2 Método de la Avenida Índice.*
- 3.3.3 Método de Box-Cox de una potencia.*
- 3.3.4 Método de Correlación Múltiple asociado a características fisiográficas.*

Considerando la ubicación de la zona en estudio, se trabajo con el grupo 2 de la homogeneidad de la cuencas. El cual esta formado por 10 estaciones hidrométricas.

Para asignar los miembros de cada grupo se obtiene la suma del cuadrado de las diferencias (SS) entre los puntos que forman las curvas características del j-ésimo grupo (S_j) y la curva de la k-ésima cuenca (t_k) en consideración.

$$SS = \sum (S_{j_i} - T_{k_i})^2$$

La cuenca es localizada en el grupo con el menor valor de SS.

Para este trabajo se consideran 2 curvas características, generando 2 grupos diferentes.

La tabla 6, muestra las estaciones que conforman los dos grupos.

Asimismo, las gráficas 2 y 3 representan las curvas de Andrews para cada grupo.

3.3. ANÁLISIS REGIONAL.

La Regionalización es empleada en la Hidrología para facilitar la transferencia de información desde lugares con un mayor número de registros, a sitios cuyos registros son escasos o nulos. El proceso de regionalizar abarca una serie de detalles que deben cuidarse para lograr una confiable y exitosa estimación de los eventos a predecir.

Existe una gran cantidad de métodos para regionalizar, sin embargo en este estudio, se consideraron solo los más frecuentemente utilizados, tales como:

3.3.1 Método de las Estaciones Año.

3.3.2 Método de la Avenida Índice.

3.3.3 Método de Box-Cox de una potencia.

3.3.4 Método de Correlación Múltiple asociado a características fisiográficas.

Considerando la ubicación de la zona en estudio, se trabajo con el grupo 2 de la homogeneidad de la cuencas. El cual esta formado por 10 estaciones hidrométricas.

5. *Se realiza un análisis de frecuencia y se selecciona la distribución de probabilidad que aporte el mínimo error estándar de ajuste. en este caso se utilizó una distribución Normal (ver tabla 9)*
6. *En sitios no aforados, los valores de la media y la desviación estándar en un sitio en particular son obtenidos.*
7. *Se ajustan por medio de una regresión simple los estadísticos media y desviación estándar de las estaciones base. (tabla 10 y 11)*
8. *Se obtienen los eventos de diseño con la distribución de probabilidad utilizada. (tabla 11).*

3.3.2. MÉTODO DE LA AVENIDA INDICE.

Secuencia:

1. *Seleccionar cuencas dentro de la región que tengan características similares en el sitio de estudio. Para este caso las estaciones seleccionadas fueron: El Sauz II, Palmito II, Cañón I, Cuije y la Flor. (tabla 12).*
2. *Determinar el tiempo base. (20 años)*
3. *Establecer curvas de frecuencia en cada estación.*
4. *Estimar el gasto medio anual $q_{2,33}$ en cada estación. (tabla 13)*
5. *Probar la homogeneidad de los datos.*
6. *Establecer la relación entre el gasto medio anual y las características de la cuenca (área). (tabla 14)*
7. *Ordenar las relaciones entre los gastos pico y la media anual.*
8. *Calcular la mediana para cada intervalo de recurrencia y multiplicar por la descarga media anual estimada en la cuenca no aforada. (tabla 14).*

5. *Se realiza un análisis de frecuencia y se selecciona la distribución de probabilidad que aporte el mínimo error estándar de ajuste; en este caso se utilizó una distribución Normal (ver tabla 9)*
6. *En sitios no aforados, los valores de la media y la desviación estándar en un sitio en particular son obtenidos.*
7. *Se ajustan por medio de una regresión simple los estadísticos media y desviación estándar de las estaciones base. (tabla 10 y 11).*
8. *Se obtienen los eventos de diseño con la distribución de probabilidad utilizada. (tabla 11).*

3.3.2. MÉTODO DE LA AVENIDA INDICE.

Secuencia:

1. *Seleccionar cuencas dentro de la región que tengan características similares en el sitio de estudio. Para este caso las estaciones seleccionadas fueron: El Sauz II, Palmito II, Cañón I, Cuije y la Flor. (tabla 12).*
2. *Determinar el tiempo base. (20 años)*
3. *Establecer curvas de frecuencia en cada estación.*
4. *Estimar el gasto medio anual $q_{2,33}$ en cada estación. (tabla 13)*
5. *Probar la homogeneidad de los datos.*
6. *Establecer la relación entre el gasto medio anual y las características de la cuenca (área). (tabla 14)*
7. *Ordenar las relaciones entre los gastos pico y la media anual.*
8. *Calcular la mediana para cada intervalo de recurrencia y multiplicar por la descarga media anual estimada en la cuenca no aforada. (tabla 14).*

3.3.4. MÉTODO DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE ASOCIADO A LAS CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS MAS SIGNIFICATIVAS.

Secuencia:

- 1. Se obtienen las características fisiograficas más significativas de las cuencas aforadas.*
- 2. Se normaliza la muestra (tabla 18).*
- 3. Se obtienen los eventos de diseño de las cuencas aforadas y se normalizan. (tabla 18).*
- 4. Se realiza una correlación múltiple con ayuda de una hoja de cálculo (Por ejemplo QPRO o Excel). Se obtienen los eventos de diseño de la cuenca no aforada considerando la desnormalización de los datos. (tabla 19)*

4. CONCLUSIONES.

El análisis hidrológico es un estudio indispensable en el diseño de cualquier estructura hidráulica, de aquí la importancia de realizarlo bien hecho.

Por lo tanto, las conclusiones y/o recomendaciones que se pueden desprender del trabajo son las siguientes:

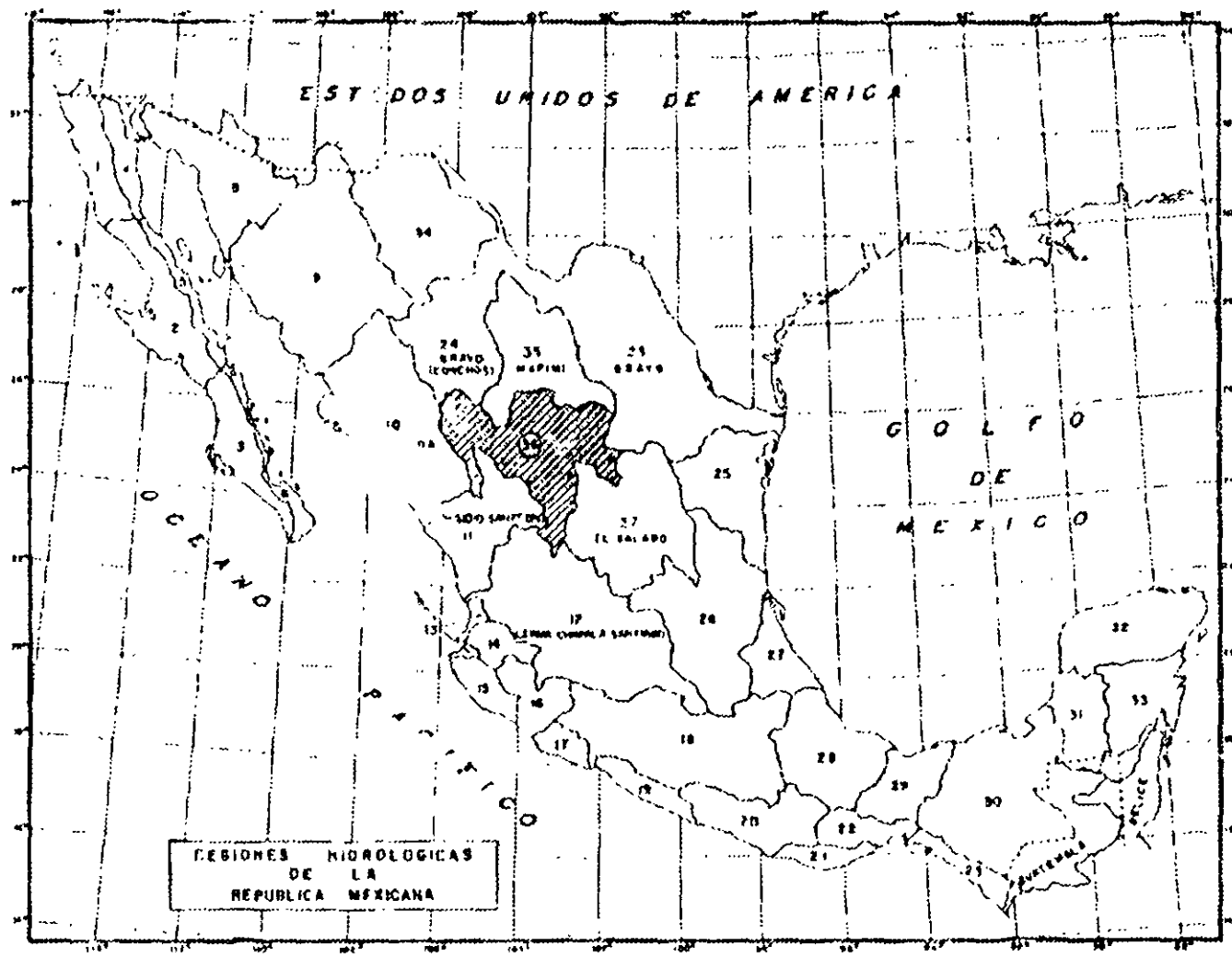
- 1. Obtener y revisar las características fisiográficas de la región por lo menos cada 5 años, con el objeto de revisar el modelo regional.*
- 2. Para la región en estudio se obtuvieron 13 características fisiográficas, siendo éstas las más representativas en la relación precipitación-escorrentía.*
- 3. Realizar un análisis de frecuencia con el mayor número posible de funciones de distribución de probabilidad, con el fin de obtener la función global y conocer los eventos de diseño ajustados a esa distribución.*
- 4. En este caso se utilizaron 6 funciones de distribución y se obtuvo que la función global en la región hidrológica 36 fue la Doble Gumbel.*
- 5. Definir la homogeneidad de la región, considerando que de ella depende el número de estaciones hidrométricas base que intervendrán en el cálculo de los eventos de diseño.*
- 6. Se utilizó el método del trazo multidimensional, con apoyo de las curvas propuestas por Andrews, para definir los dos grupos homogéneos de la región.*
- 7. Si el sitio no está aforado, se tendrá que realizar un análisis regional.*

8. *Con el fin de calibrar los métodos existentes para un análisis regional se aplicaron 5 métodos a una estación hidrométrica ubicada en la zona de estudio.*

En la tabla 20 se presenta un resumen de eventos de diseño de la estación "Coyote" con los métodos aplicados y comparados contra el registro histórico de la estación, (tabla 21).

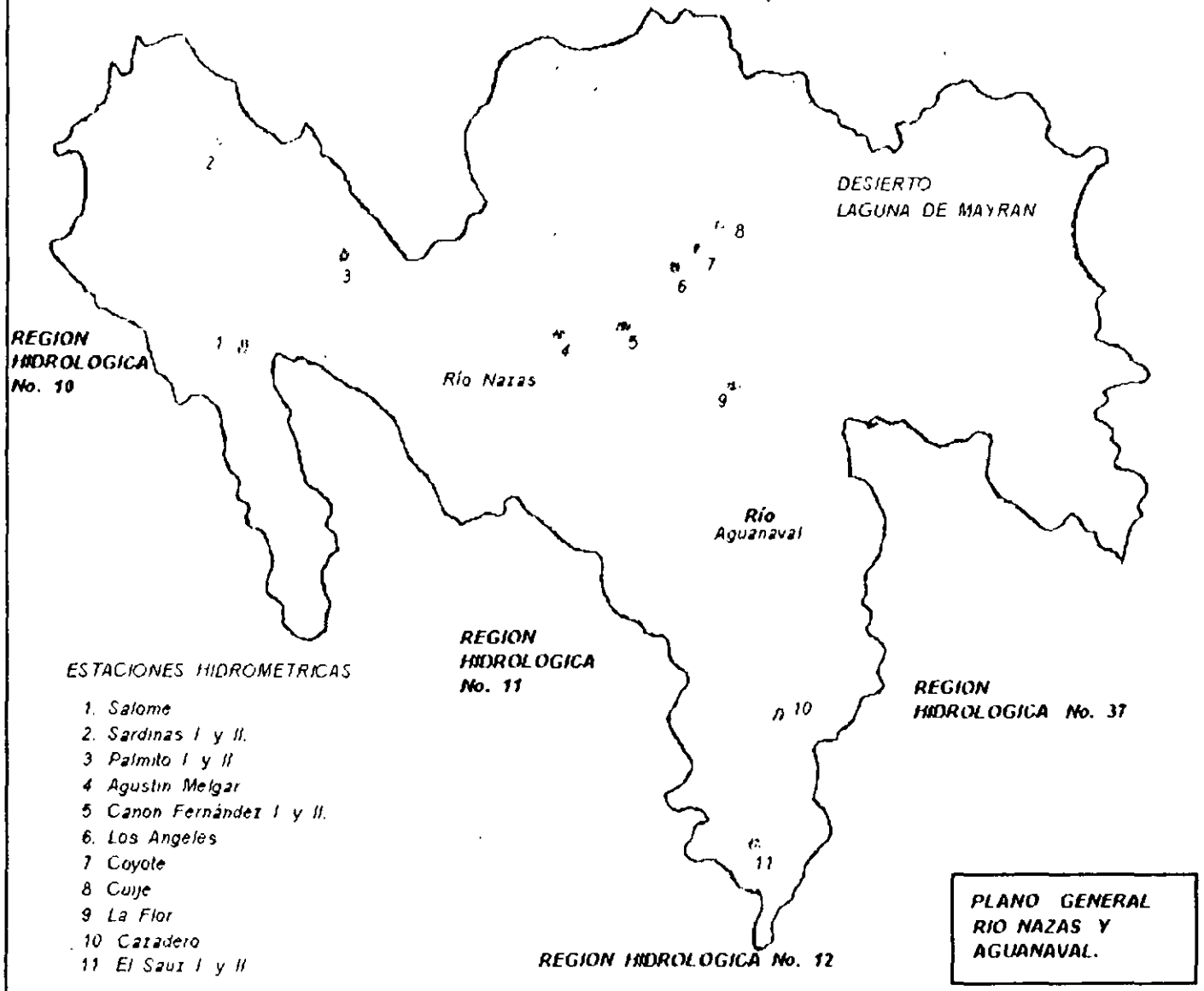
9. *Se puede observar de la tabla 20, o de la gráfica 4, que el método que más se acerca a los datos de la estación es el ajuste a la Distribución de Probabilidad Global, dando éste valores por debajo de los reales, pero con una tendencia semejante al crecimiento real de gastos.*
10. *Finalmente, para iniciar el análisis hidráulico del río Nazas, nos apoyaremos en el registro histórico de la estación Coyote, considerando para este trabajo periodos de retorno de 10, 20 y 50 años.*

APENDICE



PLANO No 1

REGION HIDROLOGICA No. 36



PLANO 2

METODO DE CORRELACION MULTIPLE
(ASOCIADO A LAS CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS)

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS NORMALIZADAS

ESTACION	AREA	CENLAT.	Dd	Scauce	Scuena
AGUSTIN MELGAR	31238,00	103566,86	-1878479,59	-883211,67	-42,29
CAÑON I	34547,00	103240,67	-2278528,21	-1160450,10	-41,92
CAÑON II	34547,00	103240,67	-2278528,21	-1160450,10	-41,92
ANGELES	35939,00	103240,67	-1959263,00	-1417528,39	-41,37
CUJE	36632,00	103240,67	-1918339,85	-1576668,14	-41,37
SARDINAS I	5521,00	114243,75	-2088758,26	-14275,96	-30,95
SARDINAS II	5521,00	114243,75	-2088758,26	-14275,96	-30,95
CAZADERO II	5059,00	73303,39	-909071,33	-1279999,60	-32,33
LA FLOR	19519,00	85036,87	-2329301,27	-593420,31	-54,25
COYOTE	36032,44	103077,86	-1918339,85	-1417528,39	-41,37

EVENTOS DE DISEÑO

ESTACION-T	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
AGUSTIN MELGAR	202,2	302,8	445,8	546,8	662,5	745,4	933	1013,8	1197,5	1281,7
CAÑON I	396,2	1038,4	1474,7	1749,7	2067,2	2295,3	2812,3	3034	3550,2	3758,7
CAÑON II	121,9	130,3	525,3	1155,8	1876,1	2391,8	3560,6	4058,1	5210,6	5710,7
ANGELES	129,3	165,3	270,6	340,3	419,9	477	606,1	681,3	789,8	840,9
CUJE	126,8	510,2	1195,6	1691,6	2258,9	2665,8	3587,5	3977,9	4897,3	5285,4
SARDINAS I	435,8	649,6	1004,9	1429,2	1926,3	2282,8	3090,4	3433,7	4236,1	4567
SARDINAS II	14,7	26,2	32,7	38,5	45,9	51,5	64,2	69,7	82,6	87,9
CAZADERO II	74	201,9	389,6	556,8	750,2	889	1203,2	1337,2	1647,4	1779
LA FLOR	208,3	402,3	581,7	756,2	971,8	1128,8	1488	1839,8	1993,6	2148,3

EVENTOS DE DISEÑO NORMALIZADOS

ESTACION-T	2	5	10	20	50	100	500	1000	5000	10000
AGUSTIN MELGAR	23,67	21,24	69,19	275,79	738,64	833,16	585,73	530,87	383,28	359,75
CAÑON I	33,27	35,92	147,05	760,68	2359,99	2626,00	1618,29	1410,13	928,08	842,98
CAÑON II	18,21	14,57	76,78	529,97	2137,58	2738,70	2010,85	1827,05	1264,07	1174,06
ANGELES	18,78	16,23	50,34	182,17	463,54	528,06	393,51	362,59	273,24	257,51
CUJE	18,59	26,61	128,92	738,63	2583,51	3059,18	2024,83	1794,86	1202,08	1104,35
SARDINAS I	34,89	29,49	115,59	637,72	2195,96	2611,40	1765,06	1574,45	1068,70	983,84
SARDINAS II	5,40	6,60	12,40	26,38	47,60	53,65	48,93	47,98	42,85	42,20
CAZADERO II	13,96	17,76	63,52	280,20	838,64	997,36	740,43	679,53	498,64	466,48
LA FLOR	24,04	24,03	81,89	366,04	1092,29	1272,73	899,38	815,03	579,83	541,64
	0,47	0,39	0,62	0,87	1,02	1,02	0,92	0,89	0,81	0,79
	-0,01	0,01	0,01	0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,01	-0,01	-0,00
	0,06	-0,03	-0,28	-1,29	-1,84	-1,91	-1,75	-1,67	-1,51	-1,45

EVENTOS DE DISEÑO DE COYOTE

T	q
2	166,51
5	347,21
10	701,81
20	1.012,28
50	1.366,70
100	1.604,28
500	2.102,32
1000	2.312,06
5000	2.781,72
10000	2.983,55

TABLA 19

RESUMEN DE GASTOS DE DISEÑO
ESTACION COYOTE

T	histórico	Doble Gumbel	Est. Año.	Ave. Indice	Box-Cox	Corr. Mult.
2	275.00	126.80	39.49	113.78	233.07	166.51
5	1461.47	510.20	503.91	219.00	287.38	347.21
10	1820.90	1195.60	796.19	394.36	306.25	701.81
20	2903.56	1691.60	1068.19	745.08	315.83	1012.28
50	3693.00	2258.90	1411.48	1797.25	321.62	1366.70
100		2665.80	1663.93	3550.88	323.56	1604.28
500		3587.50	2236.61	17579.85	325.11	2102.32
1000		3977.90	2479.56	35116.06	325.31	2312.06
5000		4897.30	3038.49	175405.76	325.46	2781.72
10000		5285.40	3277.59	350767.89	325.48	2983.55

TABLA 20

**GASTOS HISTORICOS
ESTACION COYOTE**

Año	Gasto	Qord.	m	T
1912	276.0	3889	1	69.00
1913	338.0	3453	2	34.50
1914	992.0	3166	3	23.00
1915	745.0	2663	4	17.25
1916	289.0	2519	5	13.80
1917	970.0	-2077	6	11.50
1918	1707.0	1797	7	9.86
1919	3453.0	1745	8	8.63
1920	461.0	1722	9	7.67
1921	2663.0	1707	10	6.90
1922	1677.0	1677	11	6.27
1923	44.0	1620	12	5.75
1924	86.0	1592	13	5.31
1925	1592.0	1432	14	4.93
1926	864.0	1313.3	15	4.60
1927	1014.0	1143	16	4.31
1928	3166.0	1014	17	4.06
1929	726.0	992	18	3.83
1930	3889.0	570	19	3.63
1931	1313.3	371	20	3.45
1932	519.0	364	21	3.29
1933	844.0	844	22	3.14
1934	2077.0	745	23	3.00
1935	205.0	726	24	2.88
1936	264.0	636	25	2.77
1937	1797.0	585	26	2.65
1938	2519.0	580	27	2.56
1939	1143.0	566	28	2.46
1940	1620.0	531	29	2.38
1941	636.0	519	30	2.30
1942	260.0	461	31	2.23
1943	1432.0	338	32	2.16
1944	585.0	289	33	2.09
1945	871.0	276	34	2.03
1946	1722.0	273	35	1.97
1947	156.0	264	36	1.92
1948	86.5	260	37	1.86
1949	183.0	205	38	1.82
1950	141.0	183	39	1.77
1951	110.0	183	40	1.73
1952	124.0	156	41	1.68
1953	104.0	141	42	1.64
1954	34.8	124	43	1.60
1955	566.0	113	44	1.57
1956	113.0	110	45	1.53
1957	37.5	104	46	1.50
1958	73.5	99	47	1.47
1959	66.3	93	48	1.44
1960	580.0	85	49	1.41
1961	59.0	86	50	1.38
1962	99.0	75	51	1.35
1963	54.4	66.3	52	1.33
1964	60.3	60.3	53	1.30
1965	56.5	59	54	1.28
1966	273.0	56.5	55	1.25
1967	93.0	54.4	56	1.23
1968	53.0	44	57	1.21
1969	183.0	5	58	1.19
1970	1745.0	5	59	1.17
1971	40.5	34.8	60	1.15
1972	0.0	33.5	61	1.13
1973	0.0	0	62	1.11
1974	0.0	0	63	1.10
1975	33.5	0	64	1.08
1976	0.0	0	65	1.06
1977	0.0	0	66	1.05
1978	0.0	0	67	1.03
1979	0.0	0	68	1.01

REGISTRO HISTORICO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ANOS	EL SALUZ I	EL SALUZ II	SALOME AC	EL PALMITO	EL PALMITO	AGUSTIN	CANON I	CANON II	ANGELES	COYOTE	CUJUE	SARDINAS I	SARDINAS II	CAZADER	LA FLOR
1970										278 00					
1971										338 00					
1972										982 00					
1973										745 00					
1974										289 00					
1975										970 00					
1976										1707 00					
1977										3453 00					
1978										481 00					
1979										2663 00					
1980										1677 00					
1981										44 00					
1982										86 00					
1983										1592 00					
1984										864 00					
1985										1014 00					
1986										3166 00					
1987										726 00					
1988	274 00									3889 00					
1989	0 45			152 00						1313 28					
1990	14 60			929 00						519 00					
1991	83 40			1507 00						844 00					
1992	70 10			1808 00						2077 00					
1993	69 40			497 00						205 00					
1994	85 32			570 00						284 00					
1995	75 21			1443 00						1797 00					
1996	57 10			2706 00			2280 00			2519 00	2994 00				
1997	40 10			1398 00			1116 00			1143 00	862 00				
1998	143 00			1633 00			1592 00			1620 00	1396 00				
1999	17 60			918 00			746 00			636 00	468 00				
2000	35 20			432 00			399 00			260 00	232 00				
2001	162 00			1461 00			1568 00			1432 00	1288 00				289 00
2002	35 50			721 00			931 00			585 00	847 00				195 00
2003	220 00			922 00			1040 00			871 00	893 00				118 00
2004	212 00			1414 00			1385 00			1722 00	1199 00				168 00
2005	20 30			236 00			244 00			156 00	102 00				81 20
2006	28 40			4 10	111 00		224 00			88 50	77 00				69 40
2007	36 30				150 00		379 00			183 00	124 00				402 00
2008	45 40				196 00		213 00			141 00	141 00				407 00
2009	0 06	0 29			183 00		193 00			110 00	101 00				135 00
2010		3 24			190 00		181 00			124 00	127 00				204 00
2011		2 08			183 00		204 00			104 00	100 00				450 00
2012		2 33			110 00		106 00			34 80	0 00				129 00
2013		1 20			124 00		741 00			566 00	520 00				965 00
2014		3 27			174 00		317 00			113 00	44 70				38 30
2015		1 95			205 00		258 00			37 50	0 00				361 00
2016		3 25			206 00		474 00			73 50	51 70				36 70
2017		36			105 00		186 00			86 30	0 00				363 00
2018		83 70			140 00		1288 00			580 00	583 00				20 00
2019		42 20			212 00		276 00			59 00	0 00				433 00
2020		3 88			187 00		288 00			99 00	0 00				242 00
2021		4 17			174 00		200 00			54 40	0 00			1 00	218 00
2022		2 97			189 00		18 00			80 30	0 00			79 80	221 00
2023		2 71			45 50		198 00			56 50	0 00			176 00	330 00
2024		4 39			175 00		591 00		170 00	273 00	314 00			4 00	3 59
2025		3 66			140 00		228 00		139 00	93 00	0 00			51 60	316 00
2026		3 77			148 00		563 00		345 00	531 00	438 00			72 60	264 00
2027		31 00			136 00		790 00		347 00	183 00	143 00			277 00	400 00
2028		4 82			3360 00		12 00	1738 00	143 00	1745 00	1253 00			89 80	430 00
2029		4 55	115 00		217 00		138 00	131 00	40 50	0 00	0 00			2 84	112 00
2030		48 20	700 00		142 00	581 00	120 00	131 00	0 00	0 00	395 00	21 70	97 10	303 00	303 00
2031		177 00	190 00		183 00	302 00	118 00	109 00	0 00	0 00	590 00	20 70	161 00	325 00	325 00
2032		3 74	578 00		153 00	135 00	118 00	113 00	0 00	0 00	440 00	22 60	3 27	149 00	149 00
2033		314 00	12 00		427 00	528 00	153 00	154 00	33 50	0 00	1830 00	21 20	713 00	1059 00	1059 00
2034		3 10	346 00		156 00	195 00	126 00	115 00	0 00	0 00	698 00	23 70	2 87	60 00	60 00
2035		2 53	333 00		152 00	219 00	117 00	114 00	0 00	0 00	231 00	3 10	175 00	240 00	240 00
2036		4 70	308 00		145 00	250 00	131 00	130 00	0 00	0 00	785 00	39 60	293 00	476 00	476 00
2037		4 50	208 00		134 00	183 00	125 00	123 00	0 00	0 00	482 00	0 00	7 58	27 90	27 90
2038		38 78			14 77	298 88		126 40			1097 96				
2039		496 12			12 89	196 24		127 73			449 15				
2040		804 45			123 23	198 58		107 21			543 86				
2041		273 59			133 60	171 29		124 75			738 80				
2042		65 77			135 68	140 98		129 97			12 79				
2043		232 28			91 68	208 44		80 24			544 96				
2044		722 13			100 49	261 94		80 94			437 08				
2045		87 33			127 85	263 36		111 40			142 20				
2046		1045 05			127 52	305 38		124 21			858 89				
2047		322 73			122 10	212 39		114 88			706 32				110 30
2048		308 91			134 96	214 32		127 52			326 60				221 52
2049		285 82			136 53	137 82		125 52			348 68				122 34
2050		1000 00			120 88	208 84		116 74			722 35				122 35
2051		1270 00			117 53	716 52		453 11			952 98				123 54
2052		1120 00			351 66	332 78		324 30			341 23				123 54
2053		2065 00			120 35	220 98		118 14			2450 00				124 72
2054		232 30			136 06	148 38		132 33			11 35				124 72
2055		55 98			129 83	138 26		104 91			43 60				124 72

MEDIA	78 43	24 47	520 19	1041 73	231 46	262 17	574 94	196 54	181 71	711 25	335 15	621 45	19 08	129 82	271 33
VAR	5541 21	3698 67	200665 84	448839 23	209315 36	19388 86	278800 36	93235 15	5922 92	805922 11	334552 33	274345 85	136 02	29638 00	50306 03
DESV	74 44	60 82	447 96	669 85	457 57	139 24	528 02	305 34	78 96	897 73	578 40	523 78	11 66	172 18	224 29
CURT	1 01	18 12	3 85	0 39	45 28	4 14	2 01	24 58	3 19	2 83	9 68	5 27	0 43	7 22	4 68
ASIM	1 36	4 06	1 78	0 55	6 61	2 08	1 57	4 66	2 09	1 71	2 78	2 03	-0 22	2 45	1 84

TABLA 1

Corregir el orden de las estaciones (poner unidades)!

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS

ESTACION	AREA	LONGITUD	Hp	PERIMETRO	ORDEN	Scuena	Scauce	ELEVACION	P.F.	Dd	CENLAT.	CENLONG.	C.E.
EL SAUZI	1420.00	57.50	320.00	217.00	5.00	0.04850	0.00880	2506.13	0.15	0.04	23.27	103.35	0.01
EL SAUZI II	1420.00	57.50	320.00	217.00	5.00	0.04850	0.00880	2506.13	0.15	0.04	23.27	103.35	0.01
SALOME ACOSTA	6476.00	170.00	479.53	612.50	4.00	0.03560	0.00410	2477.14	0.09	0.03	24.94	105.54	0.16
EL PALMITO I	19270.00	444.25	399.42	962.00	4.00	0.02990	0.00350	2218.04	0.05	0.02	25.42	105.33	0.16
EL PALMITO II	19270.00	444.25	399.72	962.00	4.00	0.02990	0.00350	2218.04	0.05	0.02	25.42	105.33	0.16
AGUSTIN MELGAR	31239.00	598.00	297.11	1393.25	4.00	0.02310	0.00290	2093.25	0.05	0.02	25.37	105.09	0.12
CAÑON I	34548.00	630.50	258.19	1432.00	4.00	0.02330	0.00260	2052.17	0.04	0.02	25.35	104.96	0.13
CAÑON II	34548.00	630.50	258.19	1432.00	4.00	0.02330	0.00260	2052.17	0.04	0.02	25.35	104.96	0.13
ANGELES	35940.00	678.00	243.68	1517.00	4.00	0.02360	0.00240	1994.55	0.04	0.02	25.35	104.93	0.14
COYOTE	36033.44	684.25	204.53	1531.25	4.00	0.02360	0.00240	1991.60	0.04	0.02	25.34	104.92	0.07
CUJE	36633.00	697.75	175.02	1588.75	4.00	0.02360	0.00230	1991.60	0.04	0.02	25.35	104.90	0.04
SARDINAS I	5522.00	102.50	414.52	437.00	4.00	0.03130	0.01510	2491.54	0.08	0.02	26.00	105.14	0.24
SARDINAS II	5522.00	102.50	414.52	437.00	4.00	0.03130	0.01510	2491.54	0.08	0.02	26.00	105.14	0.24
CAZADERO II	5060.00	115.75	254.20	447.00	5.00	0.03000	0.00250	2422.54	0.09	0.02	23.27	103.19	0.08
LA FLOR	19520.00	353.75	246.14	844.25	4.00	0.01810	0.00340	2381.30	0.04	0.02	24.15	104.18	0.03

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS NORMALIZADAS

ESTACION	AREA	LONGITUD	Hp	PERIMETRO	ORDEN	Scuena	Scauce	ELEVACION	P.F.	Dd	CENLAT.	CENLONG.	C.E.
EL SAUZI	1419.00	130.07	9.17	422.02	4.00	-19.62	-55061.77	2505.13	-458.36	-92922.04	73303.39	28522128.27	-1.13
EL SAUZI II	1419.00	130.07	9.17	422.02	4.00	-19.62	-55061.77	2505.13	-458.36	-92922.04	73303.39	28522128.27	-1.13
SALOME ACOSTA	6475.00	512.06	10.16	1393.81	3.00	-27.09	-371620.69	2476.14	-3121.34	-522536.71	96721.87	31017812.39	-0.92
EL PALMITO I	19269.00	1719.65	9.71	2343.11	3.00	-32.44	-551937.07	2217.04	-40321.36	-877994.84	104385.73	30771476.96	-0.92
EL PALMITO II	19269.00	1719.65	9.71	2343.11	3.00	-32.44	-551937.07	2217.04	-40321.36	-877994.84	104385.73	30771476.96	-0.92
AGUSTIN MELGAR	31238.00	2501.12	9.00	3587.82	3.00	-42.29	-883211.67	2092.25	-53014.45	-1878479.59	103566.86	30491876.28	-0.86
CAÑON I	34547.00	2673.65	8.67	3702.84	3.00	-41.92	-1160450.10	2051.17	-85101.53	-2278528.21	103240.67	30341377.45	-0.96
CAÑON II	34547.00	2673.65	8.67	3702.84	3.00	-41.92	-1160450.10	2051.17	-85101.53	-2278528.21	103240.67	30341377.45	-0.96
ANGELES	35939.00	2929.96	8.54	3956.76	3.00	-41.37	-1417528.39	1993.55	-78829.51	-1959263.00	103240.67	30306703.25	-0.95
COYOTE	36032.44	2964.04	8.14	3999.55	3.00	-41.37	-1417528.39	1990.60	-76627.19	-1918339.85	103077.86	30295151.79	-1.03
CUJE	36632.00	3037.93	7.80	4172.78	3.00	-41.37	-1417528.39	1990.60	-70465.99	-1918339.85	103240.67	30272058.77	-1.09
SARDINAS I	5521.00	270.31	9.80	945.05	3.00	-30.95	-14275.96	2490.54	-6385.83	-2088758.26	114243.75	30550047.92	-0.82
SARDINAS II	5521.00	270.31	9.80	945.05	3.00	-30.95	-14275.96	2490.54	-6385.83	-2088758.26	114243.75	30550047.92	-0.82
CAZADERO II	5059.00	315.19	8.63	969.99	4.00	-32.33	-1279999.60	2421.54	-4112.17	-909071.33	73303.39	28345913.31	-1.03
LA FLOR	19519.00	1290.39	8.56	2016.31	3.00	-54.25	-593420.31	2380.30	-71119.21	-2329301.27	85036.87	29449465.53	-1.10

T	1.00	1.26	0.15	1.15	1.00	-1.00	-2.50	1.00	-4.00	-4.00	4.00	4.00	0.87
ASIMETRIA	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	1.67	0.02	-0.02	-0.06	0.04	0.64	-0.92	-1.16	0.00
CURTOSIS	-1.87	-1.89	-0.89	-1.75	0.90	0.02	-1.56	-1.93	-1.90	-1.23	-0.43	-0.08	-0.82

TABLA 2

FUNCIONES DE DISTRIBUCION

mejor con distribución

ESTACION	RIO	No DATOS	DISTRIBUCION	
EL SAUZI	De los Lazos	22	Doble Gumbel	
EL SAUZI	De los Lazos	22	Doble Gumbel	
SALOME ACOS	Rarnos	27	Lognormal 2p	Max. veros
EL PALMITO I	Nazas	18	Gamma 2p	Max. veros
EL PALMITO II	Nazas	50	Doble Gumbel	
AGUSTIN MEL	Nazas	26	Doble Gumbel	
CAÑON I	Nazas	33	Doble Gumbel	
CAÑON II	Nazas	28	Doble Gumbel	
ANGELES	Nazas	14	Doble Gumbel	
COYOTE	Nazas	68	Doble Gumbel	
CUJE	Nazas	42	Doble Gumbel	
SARDINAS I	Del Oro	26	Doble Gumbel	
SARDINAS II	Del Oro	8	Normal	
CAZADERO II	Aguanaval	17	Log Normal 3p	Max. veros.
LA FLOR	Aguanaval	37	Doble Gumbel	

EVENTOS DE DISEÑO

T-ESTACION	EL SAUZI	EL SAUZI II	SALOME	PALMITO I	PALMITO II	MELGAR	CAÑON I	CAÑON II	ANGELES	COYOTE	CUJE	SARDINAS I	SARDINAS II	CAZADERO II	LA FLOR
2	48.5	4.7	371.8	938.5	135.0	211.5	396.2	117.3	129.3	372.8	126.8	455.0	14.7	74.0	208.3
5	155.0	16.3	830.8	1656.3	174.4	317.0	1038.4	139.5	165.3	1312.4	510.2	875.9	26.2	201.9	402.3
10	210.0	102.6	1236.9	2071.6	447.4	465.1	1474.7	451.2	270.6	2155.7	1195.8	1350.6	32.7	389.6	681.7
20	241.2	179.4	1531.7	2423.1	1120.1	582.6	1749.7	910.9	340.3	2690.7	1691.9	1797.4	38.5	558.8	756.2
50	277.0	267.1	1874.4	2852.4	1888.4	718.0	2067.2	1436.2	419.9	3305.8	2258.9	2329.3	45.9	750.2	971.8
100	302.7	330.0	2120.9	3166.2	2438.6	815.1	2295.3	1812.5	477.0	3747.2	2665.8	2712.3	51.5	889.0	1128.8
500	361.0	472.2	2679.3	3884.7	3686.0	1035.1	2812.3	2664.4	606.1	4746.8	3587.5	3580.0	64.2	1203.2	1486.0
1000	385.7	533.2	2919.3	4193.9	4216.6	1128.7	3034.0	3028.0	661.3	5171.9	3977.9	3952.3	69.7	1337.2	1639.8
5000	443.6	674.0	3463.9	4914.0	5454.8	1347.2	3550.2	3887.0	789.8	6171.5	4897.3	4803.9	82.8	1647.4	1993.6
10000	469.4	733.4	3710.1	5202.0	5979.7	1442.7	3756.7	4234.6	840.9	6806.1	5285.4	5196.3	87.9	1779.0	2146.3

EVENTOS DE DISEÑO NORMALIZADOS

T-ESTACION	EL SAUZI	EL SAUZI II	SALOME	PALMITO I	PALMITO II	MELGAR	CAÑON I	CAÑON II	ANGELES	COYOTE	CUJE	SARDINAS I	SARDINAS II	CAZADERO II	LA FLOR
2	148,1190	3,0048	304,6093	700,5464	29,9597	89,3563	888,5905	32,5128	66,9582	373,6403	79,4501	143,3045	10,1928	40,3674	71,7731
5	730,4662	10,0266	660,3297	1202,4818	35,2121	123,9941	2718,8632	36,5734	82,3725	1319,5369	273,2268	238,1427	17,3062	93,4909	118,4378
10	1107,7297	46,2077	968,0614	1487,5096	63,2366	168,9451	4084,5727	80,2000	124,6164	2169,1414	579,3512	332,9078	21,0908	181,1460	156,5961
20	1339,3674	72,1502	1186,8174	1726,4918	110,8982	202,5510	4980,8632	127,5070	150,9786	2708,3258	786,6696	415,1732	24,3664	216,3808	180,8368
50	1619,1272	98,8818	1443,3220	2016,0421	152,3278	239,6349	6043,9904	171,9523	179,9847	3326,3688	1014,9876	507,1801	28,4335	276,6430	230,7360
100	1828,4922	116,8442	1625,2115	2226,2941	177,8617	265,3614	6824,3442	200,2830	200,2103	3773,3887	1174,4258	570,4160	31,4412	318,1442	258,3245
500	2327,7060	154,9333	2034,2622	2703,9395	228,3620	321,5220	8637,9400	257,7160	244,5113	4781,3719	1525,4951	706,6458	38,0786	408,1007	317,7858
1000	2548,6904	170,4612	2208,9791	2908,0803	247,6930	344,8677	9432,7949	280,1947	262,9464	5210,1044	1670,7730	782,6874	40,8857	445,1219	342,2498
5000	3087,1318	204,9044	2603,3812	3380,6841	289,3488	397,2751	11318,8474	328,7397	304,8938	6218,3803	2006,4731	886,5452	47,3366	528,3968	396,4689
10000	3335,7880	218,9453	2780,8420	3568,7008	305,8413	419,7197	12086,1114	348,8217	321,2432	6656,8051	2145,8330	941,8796	49,9390	662,8471	419,4029

T	1,37	0,78	0,96	0,95	0,6	0,8	1,16	0,65	0,83	1,001	0,88	0,77	0,84	0,62	0,75
ASIMETRIA	-0,0066	-0,0063	-0,0076	0,0076	-0,0079	-0,0006	-0,0021	-0,0063	0,0099	-0,0471	0,0012	0,0030	0,0029	0,0094	0,0027
CURTOSIS	-0,8308	-1,3378	-1,0735	-1,0175	-1,5344	-1,2099	-0,9654	-1,4630	-1,2615	-0,9991	-1,2043	-1,2210	-1,0258	-1,2472	-1,1995

TABLA 3

Regression Statistics Q2

Multiple R	0,347979
R Square	0,12109
Adjusted R Square	-0,36719
Standard Error	309,7151
Observations	15

Analysis of Variance

	df	Sum of Squar	Mean Square	F	Significance F
Regression	5	119864,45228	23972,890457	0,249917	0,929479
Residual	9	863310,99142	95923,443492		
Total	14	989881,69087			

	Coefficie	Standard Error	t Statistic	P-value	Lower 95	Upper 95,00%
Intercept	-0,02978	0,2129953034	-0,139813402	0,890799	-0,51161	0,452049
x1	0,010206	0,0121210172	0,8420265881	0,413926	-0,01721	0,037626 0,842027
x2	2,026195	14,121195532	0,1398131113	0,890799	-30,7574	34,80975 0,693564
x3	8,01E-05	0,0002775005	0,2887274123	0,777021	-0,00055	0,000708 0,465773
x4	7,98E-05	0,000171278	0,4657728197	0,648542	-0,00031	0,000467 0,288727
x5	0,002566	0,0036998562	0,6935636012	0,499302	-0,0058	0,010936 0,139813

AREA
CENLAT
Dd
Scauce
Scuena

TABLA 4

DISCRIMINACION DE CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS NORMALIZADAS

ESTACION	AREA	CENLAT.	Dd	Scauce	Scuena
EL SAUZ I	1419.00	73303.39	-92922.04	-55061.77	-19.62
EL SAUZ II	1419.00	73303.39	-92922.04	-55061.77	-19.62
SALOME ACOSTA	6475.00	96721.87	-522536.71	-371620.69	-27.09
EL PALMITO I	19269.00	104385.73	-877994.84	-551937.07	-32.44
EL PALMITO II	19269.00	104385.73	-877994.84	-551937.07	-32.44
AGUSTIN MELGAR	31238.00	103566.86	-1878479.59	-883211.67	-42.29
CAÑON I	34547.00	103240.67	-2278528.21	-1160450.10	-41.92
CAÑON II	34547.00	103240.67	-2278528.21	-1160450.10	-41.92
ANGELES	35939.00	103240.67	-1959263.00	-1417528.39	-41.37
COYOTE	36032.44	103077.86	-1918339.85	-1417528.39	-41.37
CUIJE	36632.00	103240.67	-1918339.85	-1576668.14	-41.37
SARDINAS I	5521.00	114243.75	-2088758.26	-14275.96	-30.95
SARDINAS II	5521.00	114243.75	-2088758.26	-14275.96	-30.95
CAZADERO II	5059.00	73303.39	-909071.33	-1279999.60	-32.33
LA FLOR	19519.00	85036.87	-2329301.27	-593420.31	-54.25

TABLA 5

CURVAS DE ANDREWS

REGION HIDROLOGICA 36

*River nombre de
estación. 1*

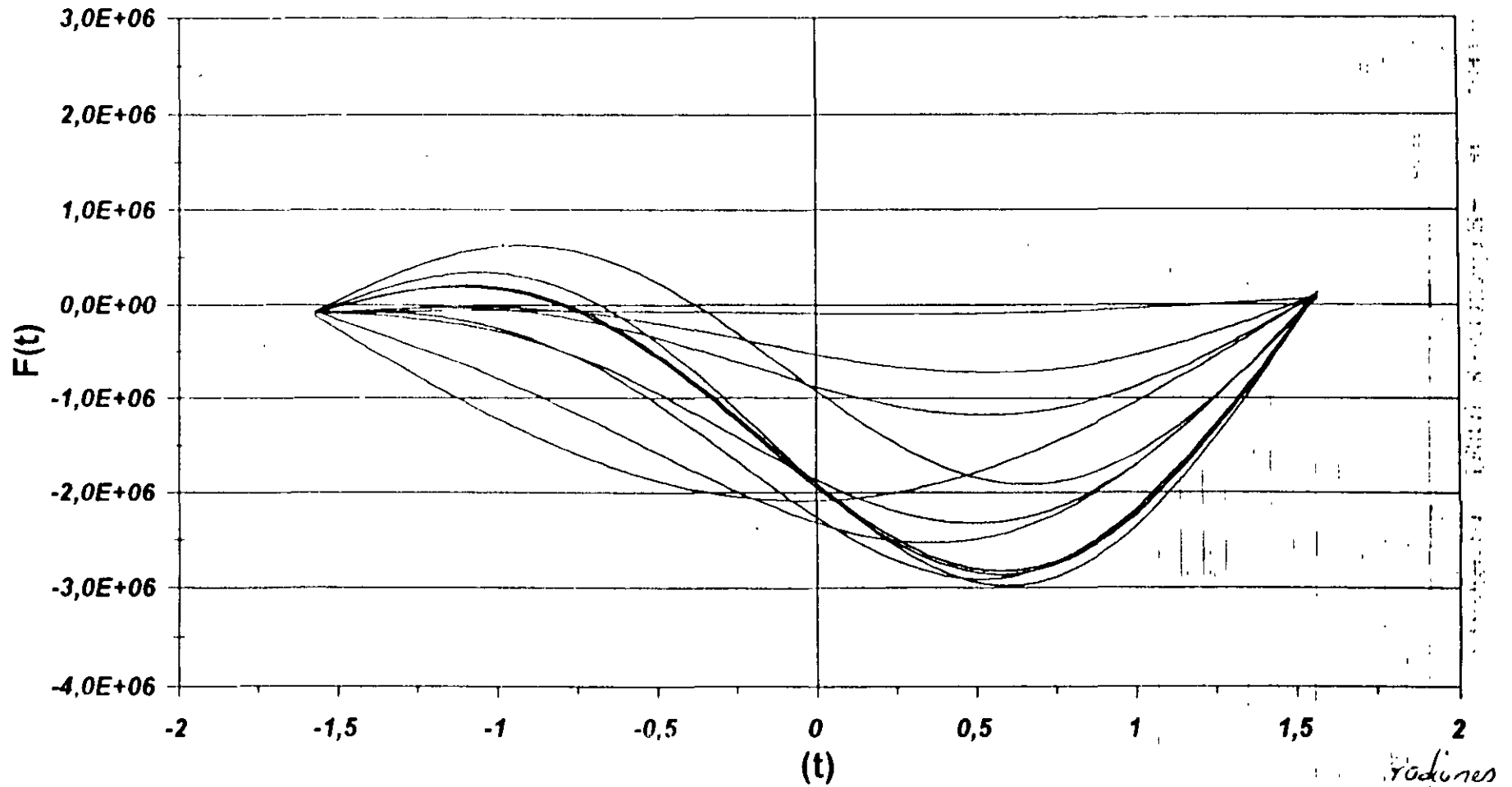


FIGURA 1

HOMOGENEIDAD DE LA REGION HIDROLOGICA No 36

GRUPO No I	GRUPO No II
SAUZ I	CANON I
SAUZ II	CANON II
SALOME ACOSTA	AGUSTIN MELGAR
PALMITO I	ANGELES
PALMITO II	COYOTE
	CUIJE
	SARDINAS I
	SARDINAS II
	CAZADERO II
	LA FLOR

TABLA 6

CURVAS DE ANDREWS

REGION 36 (GRUPO I)

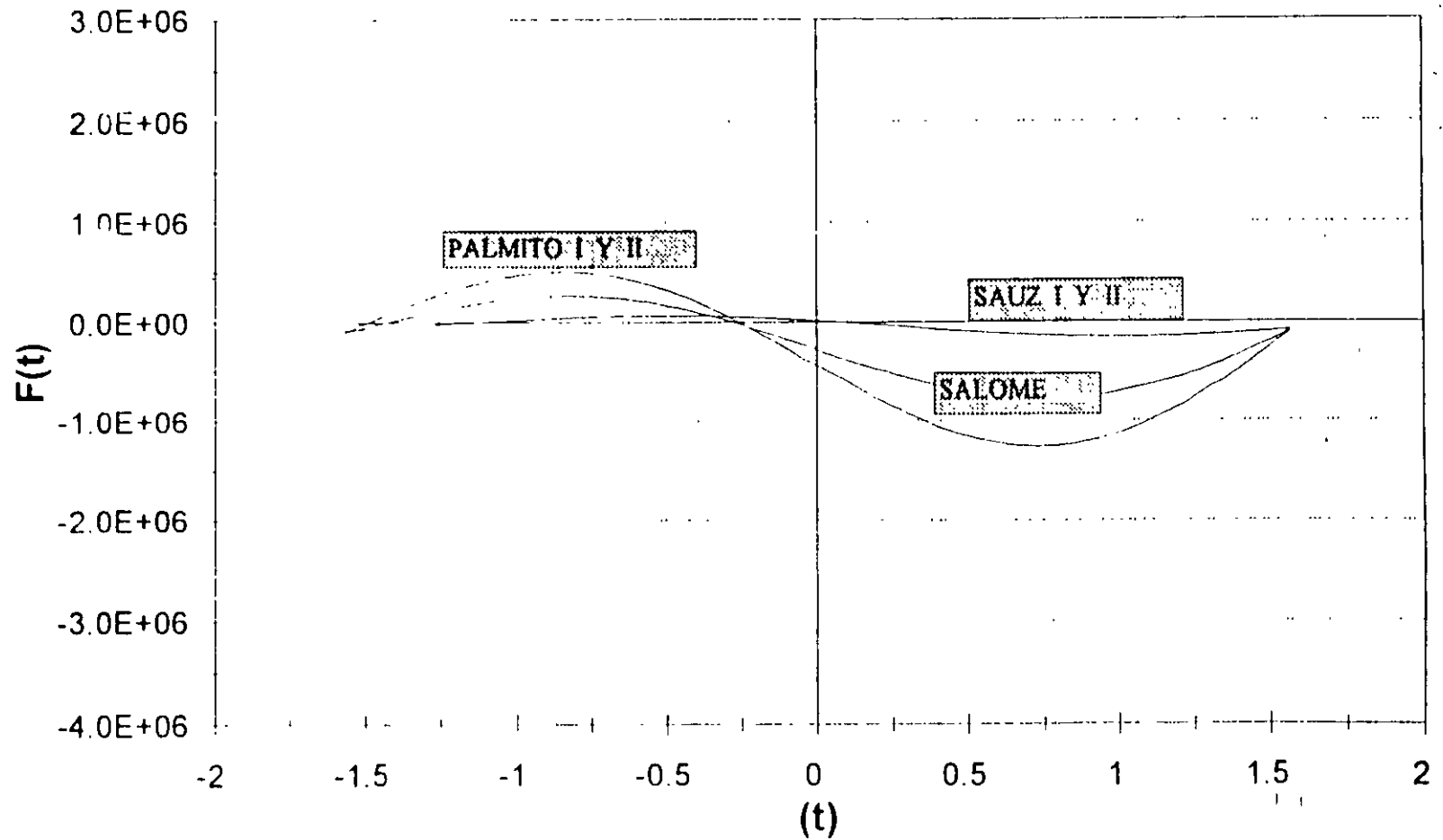


FIGURA 2

CURVAS DE ANDREWS

REGION 36 GRUPO II

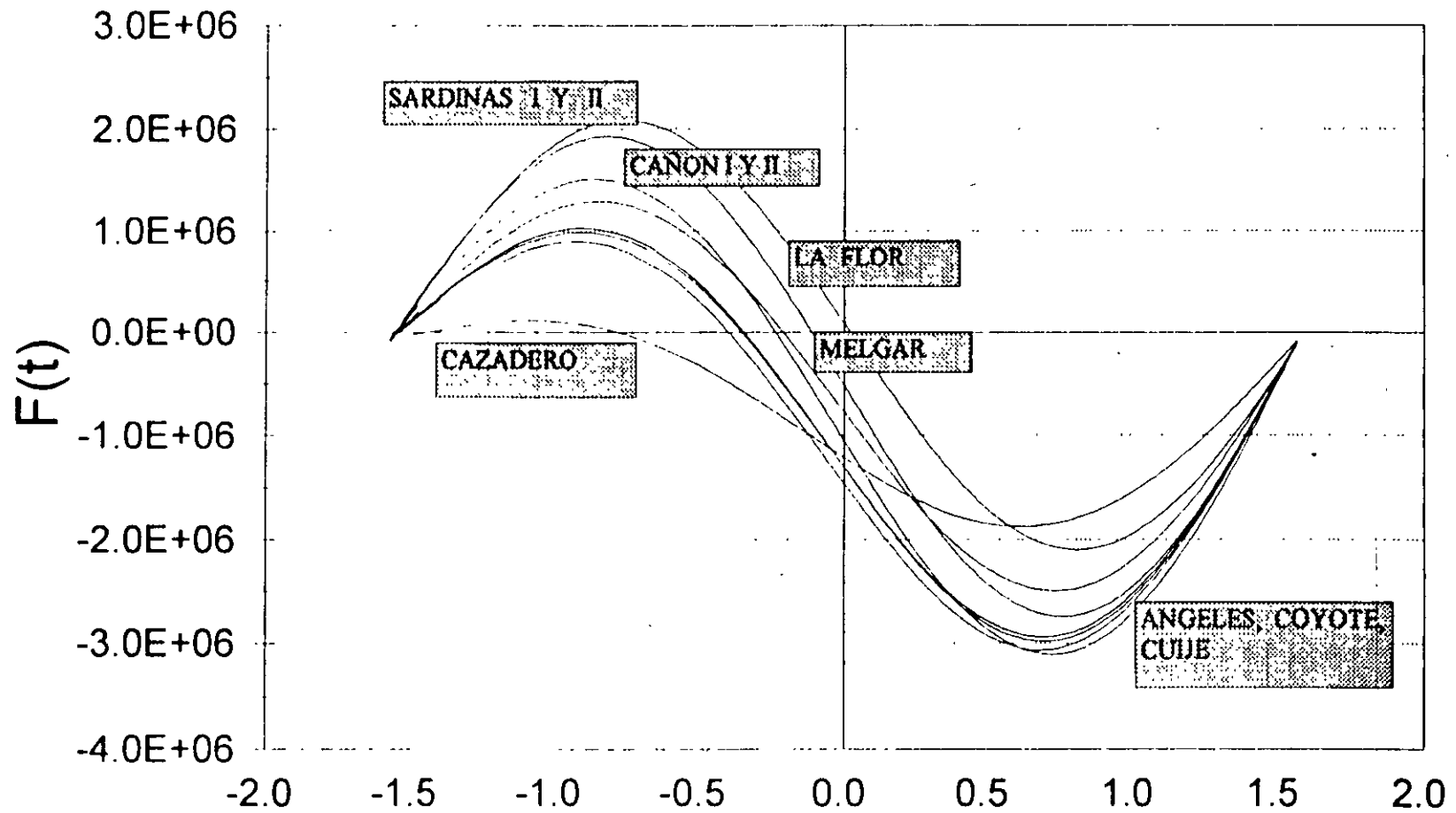


FIGURA 3 t

METODO DE LAS ESTACIONES AÑO.

AÑO	CAÑON I	CAÑON II	AGUSTIN	ANGELES	GUJE	SARDINAS I	SARDINAS II	CAZADERO	LA FLOR
1936	2280				2994				
1937	1116				862				
1938	1592				1396				
1939	746				468				
1940	399				232				
1941	1568				1266				289
1942	931				647				195
1943	1040				893				118
1944	1385				1199				166
1945	244				102				81.2
1946	224				77				69.4
1947	379				124				402
1948	213				141				407
1949	193				101				135
1950	181				127				204
1951	204				100				450
1952	106				0				129
1953	741				520				965
1954	317				44.7				38.3
1955	258				0				361
1956	474				51.7				36.7
1957	186				0				363
1958	1268				583				20
1959	276				0				433
1960	288				0				242
1961	200				0			1	218
1962	157				0			79.6	221
1963	198				0			176	330
1964	591			170	314			4	3.59
1965	228			39	0			51.6	316
1966	563			345	438			72.6	354
1967	290			347	143			277	400
1968	127	1738		143	1253			89.8	430
1969		138		131	0			2.64	112
1970		120	581	131	0	395	21.7	97.1	303
1971		118	302	109	0	590	20.7	161	325
1972		118	135	113	0	440	22.6	3.27	149
1973		153	526	154	0	1830	21.2	713	1059
1974		126	195	115	0	698	23.7	2.67	60
1975		117	219	114	0	231	3.1	175	240
1976		131	250	130	0	765	39.6	293	476
1977		125	183	123	0	482	0	7.58	27.9
1978		126.4	298.88			1097.96			
1979		127.73	196.24			449.15			
1980		107.21	198.58			543.86			
1981		124.75	171.29			738.8			
1982		129.97	140.98			12.79			
1983		80.24	208.44			544.98			
1984		80.94	261.94			437.08			
1985		111.4	263.36			142.2			
1986		124.21	305.36			856.89			
1987		114.88	212.39			706.32			
1988		127.52	214.32			326.6			
1989		125.52	137.92			348.68			
1990		116.74	208.84			722.35			
1991		453.11	716.52			952.98			
1992		324.3	332.76			341.23			
1993		118.14	220.96			2450			
1994		132.33	148.38			11.35			
1995		104.91	136.26			43.6			

MEDIA	574.94	196.94	260.17	161.71	335.15	621.45	19.08	129.82	271.33
VARIANZA	278800.36	93234.93	19388.82	5922.92	334552.33	274346.02	136.02	29638.00	50306.03
DESV	528.02	305.34	139.24	76.96	578.40	523.78	11.66	172.16	224.29

TABLA 7

MUESTRA ESTANDARIZADA.

AÑO	CANON I	CANON II	AGUSTIN	ANGELES	CULJE	SARDINAS I	SARDINAS II	CAZADERO	LA FLOR
1936	3.229				4.597				
1937	1.025				0.911				
1938	1.926				1.834				
1939	0.324				0.230				
1940	-0.333				-0.178				
1941	1.881				1.609				0.079
1942	0.674				0.539				-0.340
1943	0.881				0.964				-0.684
1944	1.534				1.493				-0.470
1945	-0.627				-0.403				-0.848
1946	-0.665				-0.446				-0.900
1947	-0.371				-0.365				0.583
1948	-0.685				-0.336				0.605
1949	-0.723				-0.405				-0.608
1950	-0.746				-0.360				-0.300
1951	-0.703				-0.407				0.797
1952	-0.888				-0.579				-0.635
1953	0.314				0.320				3.093
1954	-0.489				-0.502				-1.039
1955	-0.600				-0.579				0.400
1956	-0.191				-0.490				-1.046
1957	-0.737				-0.579				0.409
1958	-1.313				0.429				-1.121
1959	-0.566				-0.579				0.721
1960	-0.543				-0.579				-0.131
1961	-0.710				-0.579			-0.748	-0.238
1962	-0.773				-0.579			-0.292	-0.224
1963	-0.714				-0.579			0.268	0.262
1964	0.030			0.108	-0.037			-0.731	-1.194
1965	-0.657			-0.295	-0.579			-0.454	0.199
1966	-0.023			2.382	0.178			-0.332	-0.033
1967	-0.540			2.408	-0.332			0.855	0.574
1968	-0.848	5.047		-0.243	1.587			-0.232	0.707
1969		-0.193		-0.399	-0.579			-0.739	-0.710
1970		-0.252	2.304	-0.399	-0.579	-0.432	0.225	-0.190	0.141
1971		-0.259	0.300	-0.685	-0.579	-0.060	0.139	0.181	0.239
1972		-0.259	-0.899	-0.633	-0.579	-0.346	0.302	-0.735	-0.545
1973		-0.144	1.909	-0.100	-0.579	2.307	0.182	3.388	3.512
1974		-0.232	-0.468	-0.607	-0.579	0.146	0.397	-0.739	-0.942
1975		-0.262	-0.296	-0.620	-0.579	-0.745	-1.370	0.262	-0.140
1976		-0.216	-0.073	-0.412	-0.579	0.274	1.760	0.948	0.913
1977		-0.236	-0.554	-0.503	-0.579	-0.266	-1.636	-0.710	-1.085
1978		-0.231	0.278			0.910			
1979		-0.227	-0.459			-0.329			
1980		-0.294	-0.442			-0.148			
1981		-0.236	-0.638			0.224			
1982		-0.219	-0.856			-1.162			
1983		-0.382	-0.372			-0.146			
1984		-0.380	0.013			-0.352			
1985		-0.280	0.023			-0.915			
1986		-0.238	0.325			0.449			
1987		-0.269	-0.343			0.162			
1988		-0.227	-0.329			-0.563			
1989		-0.234	-0.878			-0.521			
1990		-0.263	-0.369			0.193			
1991		0.839	3.277			0.633			
1992		0.417	0.521			-0.535			
1993		-0.258	-0.282			3.491			
1994		-0.212	-0.803			-1.165			
1995		-0.301	-0.890			-1.103			

TABLA 8

MATRIZ DE ESTACIONES (DIST. NORMAL)

NUMERO	MUESTRA	MUESTRA						
ORDE	ORIGINAL	ORDENADA	T	P(X) -	W	Ut	Xt	Qteo. Coyot
1	3.229	5.047	232.0000	0.9957	3.3005	2.6271	2.627	1183.95
2	1.025	4.597	116.0000	0.9914	3.0834	2.3820	2.382	1101.67
3	1.926	3.512	77.3333	0.9871	2.9489	2.2287	2.229	1050.24
4	0.324	3.491	58.0000	0.9828	2.8497	2.1148	2.115	1012.02
5	-0.333	3.388	46.4000	0.9784	2.7703	2.0231	2.023	981.25
6	1.881	3.277	38.6667	0.9741	2.7037	1.9459	1.946	955.31
7	0.674	3.229	33.1429	0.9698	2.6461	1.8787	1.879	932.76
8	0.881	3.093	29.0000	0.9655	2.5951	1.8191	1.819	912.75
9	1.534	2.408	25.7778	0.9612	2.5493	1.7653	1.765	894.70
10	-0.627	2.382	23.2000	0.9569	2.5076	1.7161	1.716	878.21
11	-0.665	2.307	21.0909	0.9526	2.4693	1.6708	1.671	863.01
12	-0.371	2.304	19.3333	0.9483	2.4339	1.6287	1.629	848.87
13	-0.685	1.926	17.8462	0.9440	2.4007	1.5893	1.589	835.64
14	-0.723	1.909	16.5714	0.9397	2.3697	1.5522	1.552	823.20
15	-0.746	1.881	15.4667	0.9353	2.3404	1.5171	1.517	811.42
16	-0.703	1.834	14.5000	0.9310	2.3126	1.4838	1.484	800.25
17	-0.888	1.760	13.6471	0.9267	2.2863	1.4521	1.452	789.60
18	0.314	1.609	12.8889	0.9224	2.2611	1.4218	1.422	779.42
19	-0.489	1.587	12.2105	0.9181	2.2371	1.3927	1.393	769.65
20	-0.600	1.534	11.6000	0.9138	2.2140	1.3647	1.365	760.27
21	-0.191	1.493	11.0476	0.9095	2.1919	1.3378	1.338	751.24
22	-0.737	1.313	10.5455	0.9052	2.1706	1.3118	1.312	742.51
23	1.313	1.025	10.0870	0.9009	2.1500	1.2867	1.287	734.08
24	-0.566	0.964	9.6667	0.8966	2.1301	1.2623	1.262	725.90
25	-0.543	0.948	9.2800	0.8922	2.1109	1.2387	1.239	717.97
26	-0.710	0.913	8.9231	0.8879	2.0922	1.2157	1.216	710.27
27	-0.773	0.911	8.5926	0.8836	2.0741	1.1934	1.193	702.78
28	-0.714	0.910	8.2857	0.8793	2.0565	1.1716	1.172	695.48
29	0.030	0.881	8.0000	0.8750	2.0393	1.1504	1.150	688.36
30	-0.657	0.855	7.7333	0.8707	2.0226	1.1297	1.130	681.41
31	-0.023	0.839	7.4839	0.8664	2.0064	1.1095	1.109	674.62
32	-0.540	0.797	7.2500	0.8621	1.9905	1.0897	1.090	667.97
33	-0.848	0.721	7.0303	0.8578	1.9750	1.0703	1.070	661.47
34	5.047	0.707	6.8235	0.8534	1.9598	1.0513	1.051	655.10
35	-0.193	0.674	6.6286	0.8491	1.9449	1.0327	1.033	648.86
36	-0.252	0.633	6.4444	0.8448	1.9304	1.0145	1.014	642.73
37	-0.259	0.605	6.2703	0.8405	1.9162	0.9966	0.997	636.71
38	-0.259	0.583	6.1053	0.8362	1.9022	0.9789	0.979	630.80
39	-0.144	0.574	5.9487	0.8319	1.8885	0.9616	0.962	624.99
40	-0.232	0.539	5.8000	0.8276	1.8750	0.9446	0.945	619.27
41	-0.262	0.521	5.6585	0.8233	1.8618	0.9278	0.928	613.65
42	-0.216	0.449	5.5238	0.8190	1.8488	0.9113	0.911	608.11
43	-0.236	0.429	5.3953	0.8147	1.8360	0.8951	0.895	602.65
44	-0.231	0.417	5.2727	0.8103	1.8235	0.8790	0.879	597.27
45	-0.227	0.409	5.1556	0.8060	1.8111	0.8632	0.863	591.97
46	-0.294	0.400	5.0435	0.8017	1.7989	0.8476	0.848	586.74
47	-0.236	0.397	4.9362	0.7974	1.7869	0.8322	0.832	581.57
48	-0.219	0.325	4.8333	0.7931	1.7751	0.8171	0.817	576.47
49	-0.382	0.324	4.7347	0.7888	1.7635	0.8020	0.802	571.43
50	-0.380	0.320	4.6400	0.7845	1.7520	0.7872	0.787	566.46
51	-0.280	0.314	4.5490	0.7802	1.7406	0.7726	0.773	561.54
52	-0.238	0.302	4.4615	0.7759	1.7294	0.7581	0.758	556.67
53	-0.269	0.300	4.3774	0.7716	1.7184	0.7437	0.744	551.86
54	-0.227	0.278	4.2953	0.7672	1.7075	0.7295	0.730	547.10
55	-0.234	0.274	4.2182	0.7629	1.6967	0.7155	0.715	542.39
56	-0.263	0.268	4.1429	0.7586	1.6861	0.7016	0.702	537.72
57	0.839	0.262	4.0702	0.7543	1.6755	0.6878	0.688	533.10
58	0.417	0.262	4.0000	0.7500	1.6651	0.6742	0.674	528.52
59	-0.258	0.239	3.9322	0.7457	1.6548	0.6611	0.661	523.99
60	-0.212	0.230	3.8667	0.7414	1.6446	0.6473	0.647	519.49
61	-0.301	0.225	3.8033	0.7371	1.6345	0.6340	0.634	515.04
62	2.304	0.224	3.7419	0.7328	1.6246	0.6208	0.621	510.62

TABLA 9

MATRIZ DE ESTACIONES (DIST. NORMAL)

NUMERO ORDEN	MUESTRA ORIGINAL	MUESTRA ORDENADA	T	P(X)	W	Ut	Xt	Qteo. Coyot
63	0.300	0.199	3.6825	0.7284	1.6147	0.6078	0.608	506.24
64	-0.899	0.193	3.6250	0.7241	1.6049	0.5948	0.595	501.89
65	1.909	0.182	3.5692	0.7198	1.5952	0.5820	0.582	497.57
66	-0.468	0.181	3.5152	0.7155	1.5856	0.5692	0.569	493.29
67	-0.296	0.178	3.4627	0.7112	1.5761	0.5565	0.557	489.04
68	-0.073	0.162	3.4118	0.7069	1.5667	0.5440	0.544	484.82
69	-0.554	0.146	3.3623	0.7026	1.5573	0.5315	0.531	480.62
70	0.278	0.141	3.3143	0.6983	1.5481	0.5190	0.519	476.46
71	-0.459	0.139	3.2676	0.6940	1.5389	0.5067	0.507	472.32
72	-0.442	0.108	3.2222	0.6897	1.5298	0.4945	0.494	468.21
73	-0.638	0.079	3.1781	0.6853	1.5207	0.4823	0.482	464.12
74	-0.856	0.030	3.1351	0.6810	1.5117	0.4702	0.470	460.05
75	-0.372	0.023	3.0933	0.6767	1.5028	0.4581	0.458	456.01
76	0.013	0.013	3.0526	0.6724	1.4940	0.4462	0.446	451.99
77	0.023	-0.023	3.0130	0.6681	1.4852	0.4342	0.434	448.00
78	0.325	-0.033	2.9744	0.6638	1.4765	0.4224	0.422	444.02
79	-0.343	-0.037	2.9367	0.6595	1.4678	0.4106	0.411	440.07
80	-0.329	-0.060	2.9000	0.6552	1.4593	0.3989	0.399	436.13
81	-0.878	-0.073	2.8642	0.6509	1.4507	0.3872	0.387	432.21
82	-0.369	-0.100	2.8293	0.6466	1.4422	0.3756	0.376	428.31
83	3.277	-0.131	2.7952	0.6422	1.4338	0.3640	0.364	424.43
84	0.521	-0.140	2.7619	0.6379	1.4254	0.3525	0.352	420.56
85	-0.282	-0.144	2.7294	0.6336	1.4171	0.3410	0.341	416.71
86	-0.803	-0.146	2.6977	0.6293	1.4088	0.3296	0.330	412.87
87	-0.890	-0.148	2.6667	0.6250	1.4006	0.3182	0.318	409.05
88	0.108	-0.178	2.6364	0.6207	1.3924	0.3069	0.307	405.24
89	-0.295	-0.190	2.6067	0.6164	1.3843	0.2956	0.296	401.45
90	2.382	-0.191	2.5778	0.6121	1.3762	0.2843	0.284	397.67
91	2.408	-0.193	2.5495	0.6078	1.3681	0.2731	0.273	393.90
92	-0.243	-0.212	2.5217	0.6034	1.3601	0.2619	0.262	390.14
93	-0.399	-0.216	2.4946	0.5991	1.3521	0.2507	0.251	386.40
94	-0.399	-0.219	2.4681	0.5948	1.3442	0.2396	0.240	382.66
95	-0.685	-0.224	2.4421	0.5905	1.3363	0.2285	0.228	378.94
96	-0.633	-0.227	2.4167	0.5862	1.3284	0.2174	0.217	375.22
97	-0.100	-0.227	2.3918	0.5819	1.3206	0.2064	0.206	371.52
98	-0.607	-0.231	2.3673	0.5776	1.3128	0.1954	0.195	367.82
99	-0.620	-0.232	2.3434	0.5733	1.3051	0.1844	0.184	364.13
100	-0.412	-0.232	2.3200	0.5690	1.2974	0.1734	0.173	360.45
101	-0.503	-0.234	2.2970	0.5647	1.2897	0.1625	0.162	356.78
102	4.597	-0.236	2.2745	0.5603	1.2820	0.1515	0.152	353.11
103	0.911	-0.236	2.2524	0.5560	1.2744	0.1406	0.141	349.45
104	1.834	-0.238	2.2308	0.5517	1.2668	0.1297	0.130	345.80
105	0.230	-0.238	2.2095	0.5474	1.2592	0.1189	0.119	342.15
106	-0.178	-0.243	2.1887	0.5431	1.2516	0.1080	0.108	338.51
107	1.609	-0.252	2.1682	0.5388	1.2441	0.0972	0.097	334.87
108	0.539	-0.258	2.1481	0.5345	1.2366	0.0863	0.086	331.23
109	0.964	-0.259	2.1284	0.5302	1.2291	0.0755	0.076	327.60
110	1.493	-0.259	2.1091	0.5259	1.2217	0.0647	0.065	323.98
111	-0.403	-0.262	2.0901	0.5216	1.2143	0.0539	0.054	320.35
112	-0.446	-0.263	2.0714	0.5172	1.2068	0.0431	0.043	316.73
113	-0.365	-0.266	2.0531	0.5129	1.1995	0.0323	0.032	313.11
114	-0.336	-0.269	2.0351	0.5086	1.1921	0.0215	0.022	309.49
115	-0.405	-0.280	2.0174	0.5043	1.1847	0.0108	0.011	305.88
116	-0.360	-0.282	2.0000	0.5000	1.1774	-0.0000	-0.000	302.26
117	-0.407	-0.292	1.9829	0.4957	1.1701	-0.0108	-0.011	298.65
118	-0.579	-0.294	1.9661	0.4914	1.1628	-0.0215	-0.022	295.03
119	0.320	-0.295	1.9496	0.4871	1.1555	-0.0323	-0.032	291.41
120	-0.502	-0.296	1.9333	0.4828	1.1483	-0.0431	-0.043	287.80
121	-0.579	-0.300	1.9174	0.4784	1.1410	-0.0539	-0.054	284.18
122	-0.490	-0.301	1.9016	0.4741	1.1338	-0.0646	-0.065	280.56
123	-0.579	-0.329	1.8862	0.4698	1.1265	-0.0754	-0.075	276.94
124	0.429	-0.329	1.8710	0.4655	1.1193	-0.0862	-0.086	273.32

MATRIZ DE ESTACIONES (DIST. NORMAL)

NUMERO ORDEN	MUESTRA ORIGINAL	MUESTRA ORDENADA	T	P(X)	W	Ut	Xt	Qteo. Coyot
125	-0.579	-0.332	1.8560	0.4612	1.1121	-0.0970	-0.097	269.69
126	-0.579	-0.332	1.8413	0.4569	1.1049	-0.1078	-0.108	266.07
127	-0.579	-0.333	1.8268	0.4526	1.0978	-0.1187	-0.119	262.43
128	-0.579	-0.336	1.8125	0.4483	1.0906	-0.1295	-0.130	258.80
129	-0.579	-0.340	1.7984	0.4440	1.0834	-0.1404	-0.140	255.16
130	-0.037	-0.343	1.7846	0.4397	1.0763	-0.1512	-0.151	251.51
131	-0.579	-0.346	1.7710	0.4353	1.0691	-0.1621	-0.162	247.86
132	0.178	-0.352	1.7576	0.4310	1.0620	-0.1730	-0.173	244.20
133	-0.332	-0.360	1.7444	0.4267	1.0549	-0.1839	-0.184	240.54
134	1.587	-0.365	1.7313	0.4224	1.0478	-0.1948	-0.195	236.87
135	-0.579	-0.369	1.7185	0.4181	1.0406	-0.2058	-0.206	233.19
136	-0.579	-0.371	1.7059	0.4138	1.0335	-0.2168	-0.217	229.51
137	-0.579	-0.372	1.6934	0.4095	1.0264	-0.2278	-0.228	225.82
138	-0.579	-0.380	1.6812	0.4052	1.0193	-0.2388	-0.239	222.12
139	-0.579	-0.382	1.6691	0.4009	1.0122	-0.2498	-0.250	218.41
140	-0.579	-0.399	1.6571	0.3966	1.0051	-0.2609	-0.261	214.69
141	-0.579	-0.399	1.6454	0.3922	0.9980	-0.2720	-0.272	210.96
142	-0.579	-0.403	1.6338	0.3879	0.9909	-0.2832	-0.283	207.22
143	-0.579	-0.405	1.6224	0.3836	0.9838	-0.2943	-0.294	203.48
144	-0.432	-0.407	1.6111	0.3793	0.9767	-0.3056	-0.306	199.71
145	-0.060	-0.412	1.6000	0.3750	0.9695	-0.3168	-0.317	195.94
146	-0.346	-0.432	1.5890	0.3707	0.9624	-0.3281	-0.328	192.16
147	2.307	-0.442	1.5782	0.3664	0.9553	-0.3394	-0.339	188.36
148	0.146	-0.446	1.5676	0.3621	0.9482	-0.3507	-0.351	184.55
149	-0.745	-0.454	1.5570	0.3578	0.9411	-0.3621	-0.362	180.72
150	0.274	-0.459	1.5467	0.3534	0.9339	-0.3736	-0.374	176.88
151	-0.266	-0.468	1.5364	0.3491	0.9268	-0.3851	-0.385	173.03
152	0.910	-0.470	1.5263	0.3448	0.9196	-0.3966	-0.397	169.15
153	-0.329	-0.489	1.5163	0.3405	0.9125	-0.4082	-0.408	165.27
154	-0.148	-0.490	1.5065	0.3362	0.9053	-0.4198	-0.420	161.36
155	0.224	-0.502	1.4968	0.3319	0.8981	-0.4315	-0.432	157.44
156	-1.162	-0.503	1.4872	0.3276	0.8909	-0.4433	-0.443	153.50
157	-0.146	-0.521	1.4777	0.3233	0.8837	-0.4551	-0.455	149.54
158	-0.352	-0.535	1.4684	0.3190	0.8765	-0.4669	-0.467	145.56
159	-0.915	-0.540	1.4591	0.3147	0.8693	-0.4788	-0.479	141.55
160	0.449	-0.543	1.4500	0.3103	0.8620	-0.4908	-0.491	137.53
161	0.162	-0.545	1.4410	0.3060	0.8548	-0.5029	-0.503	133.49
162	-0.563	-0.554	1.4321	0.3017	0.8475	-0.5150	-0.515	129.42
163	-0.521	-0.563	1.4233	0.2974	0.8402	-0.5272	-0.527	125.33
164	0.193	-0.566	1.4146	0.2931	0.8329	-0.5395	-0.539	121.21
165	0.633	-0.579	1.4061	0.2888	0.8256	-0.5518	-0.552	117.07
166	-0.535	-0.579	1.3976	0.2845	0.8182	-0.5642	-0.564	112.90
167	3.491	-0.579	1.3892	0.2802	0.8109	-0.5767	-0.577	108.70
168	-1.155	-0.579	1.3810	0.2759	0.8035	-0.5893	-0.589	104.48
169	-1.103	-0.579	1.3728	0.2716	0.7960	-0.6020	-0.602	100.22
170	0.225	-0.579	1.3647	0.2672	0.7886	-0.6148	-0.615	95.94
171	0.139	-0.579	1.3567	0.2629	0.7811	-0.6276	-0.628	91.62
172	0.302	-0.579	1.3488	0.2586	0.7736	-0.6406	-0.641	87.27
173	0.182	-0.579	1.3410	0.2543	0.7661	-0.6536	-0.654	82.89
174	0.397	-0.579	1.3333	0.2500	0.7585	-0.6668	-0.667	78.47
175	-1.370	-0.579	1.3257	0.2457	0.7509	-0.6801	-0.680	74.02
176	1.760	-0.579	1.3182	0.2414	0.7433	-0.6935	-0.693	69.52
177	-1.636	-0.579	1.3107	0.2371	0.7356	-0.7070	-0.707	64.99
178	-0.748	-0.579	1.3034	0.2328	0.7279	-0.7206	-0.721	60.41
179	-0.292	-0.579	1.2961	0.2284	0.7202	-0.7344	-0.734	55.80
180	0.268	-0.579	1.2889	0.2241	0.7124	-0.7483	-0.748	51.14
181	-0.731	-0.579	1.2818	0.2198	0.7046	-0.7623	-0.762	46.43
182	-0.454	-0.579	1.2747	0.2155	0.6968	-0.7765	-0.776	41.67
183	-0.332	-0.600	1.2678	0.2112	0.6888	-0.7908	-0.791	36.87
184	0.855	-0.607	1.2609	0.2069	0.6809	-0.8052	-0.805	32.01
185	-0.232	-0.608	1.2541	0.2026	0.6729	-0.8199	-0.820	27.10
186	-0.739	-0.620	1.2473	0.1983	0.6648	-0.8347	-0.835	22.14

MATRIZ DE ESTACIONES (DISTR. NORMAL)

NUMERO	MUESTRA	MUESTRA						
ORDEN	ORIGINAL	ORDENADA	T	P(X)	W	Ut	Xt	Qteo. Coyot
187	-0.190	-0.627	1.2406	0.1940	0.6567	-0.8496	-0.850	17.11
188	0.181	-0.633	1.2340	0.1897	0.6485	-0.8648	-0.865	12.02
189	-0.735	-0.635	1.2275	0.1853	0.6403	-0.8801	-0.880	6.87
190	3.388	-0.638	1.2211	0.1810	0.6320	-0.8957	-0.896	1.66
191	-0.739	-0.657	1.2147	0.1767	0.6236	-0.9114	-0.911	-3.63
192	0.262	-0.665	1.2083	0.1724	0.6152	-0.9274	-0.927	-8.99
193	0.948	-0.684	1.2021	0.1681	0.6067	-0.9436	-0.944	-14.42
194	-0.710	-0.685	1.1959	0.1638	0.5981	-0.9600	-0.960	-19.93
195	0.079	-0.685	1.1897	0.1595	0.5895	-0.9767	-0.977	-25.53
196	-0.340	-0.703	1.1837	0.1552	0.5807	-0.9936	-0.994	-31.22
197	-0.684	-0.710	1.1777	0.1509	0.5719	-1.0109	-1.011	-36.99
198	-0.470	-0.710	1.1717	0.1466	0.5630	-1.0284	-1.028	-42.87
199	-0.848	-0.710	1.1658	0.1422	0.5540	-1.0462	-1.046	-48.84
200	-0.900	-0.714	1.1600	0.1379	0.5448	-1.0643	-1.064	-54.93
201	0.583	-0.723	1.1542	0.1336	0.5356	-1.0828	-1.083	-61.13
202	0.605	-0.731	1.1485	0.1293	0.5263	-1.1016	-1.102	-67.44
203	-0.608	-0.735	1.1429	0.1250	0.5168	-1.1208	-1.121	-73.89
204	-0.300	-0.737	1.1373	0.1207	0.5072	-1.1404	-1.140	-80.47
205	0.797	-0.739	1.1317	0.1164	0.4974	-1.1604	-1.160	-87.20
206	-0.635	-0.739	1.1262	0.1121	0.4876	-1.1809	-1.181	-94.07
207	3.093	-0.745	1.1208	0.1078	0.4775	-1.2019	-1.202	-101.12
208	-1.039	-0.746	1.1154	0.1034	0.4673	-1.2234	-1.223	-108.33
209	0.400	-0.748	1.1100	0.0991	0.4570	-1.2455	-1.245	-115.74
210	-1.046	-0.773	1.1048	0.0948	0.4464	-1.2681	-1.268	-123.34
211	0.409	-0.803	1.0995	0.0905	0.4356	-1.2915	-1.291	-131.16
212	-1.121	-0.848	1.0943	0.0862	0.4246	-1.3155	-1.315	-139.22
213	0.721	-0.848	1.0892	0.0819	0.4134	-1.3402	-1.340	-147.54
214	-0.131	-0.856	1.0841	0.0776	0.4019	-1.3658	-1.366	-156.13
215	-0.238	-0.878	1.0791	0.0733	0.3901	-1.3923	-1.392	-165.02
216	-0.224	-0.888	1.0741	0.0690	0.3780	-1.4199	-1.420	-174.26
217	0.262	-0.890	1.0691	0.0647	0.3656	-1.4485	-1.448	-183.86
218	-1.194	-0.899	1.0642	0.0603	0.3528	-1.4783	-1.478	-193.88
219	0.199	-0.900	1.0594	0.0560	0.3396	-1.5095	-1.510	-204.36
220	-0.033	-0.915	1.0545	0.0517	0.3259	-1.5423	-1.542	-215.36
221	0.574	-0.942	1.0498	0.0474	0.3117	-1.5769	-1.577	-226.95
222	0.707	-1.039	1.0450	0.0431	0.2969	-1.6135	-1.613	-239.24
223	-0.710	-1.046	1.0404	0.0388	0.2813	-1.6525	-1.652	-252.32
224	0.141	-1.085	1.0357	0.0345	0.2649	-1.6943	-1.694	-266.36
225	0.239	-1.103	1.0311	0.0302	0.2475	-1.7395	-1.740	-281.54
226	-0.545	-1.121	1.0265	0.0259	0.2289	-1.7890	-1.789	-298.15
227	3.512	-1.162	1.0220	0.0216	0.2087	-1.8439	-1.844	-316.58
228	-0.942	-1.165	1.0175	0.0172	0.1865	-1.9061	-1.906	-337.45
229	-0.140	-1.194	1.0131	0.0129	0.1613	-1.9787	-1.979	-361.82
230	0.913	-1.370	1.0087	0.0086	0.1316	-2.0679	-2.068	-391.73
231	-1.085	-1.636	1.0043	0.0043	0.0929	-2.1896	-2.190	-432.58

MEDIA	-4.286E-17
VARIANZA	1
DESV	1

DATOS ESTADISTICOS DE LAS ESTACIONES

ESTACION	MEDIA	DESVIACION	AREA
CAÑON I	574.939	528.015	34548
CAÑON II	196.939	305.344	34548
AGUSTIN	260.170	139.244	31239
ANGELES	161.714	76.960	35940
CUIJE	335.152	578.405	36633
SARDINAS I	621.455	523.781	5522
SARDINAS II	19.075	11.663	5522
CAZADERO	129.815	172.157	5060
LA FLOR	271.327	224.290	19520

NORMALIZADOS

ESTACION	MEDIA	DESVIACION	AREA
CAÑON I	67.007	108.142	3.56E+17
CAÑON II	35.198	73.653	3.56E+17
AGUSTIN	41.669	42.238	2.38E+17
ANGELES	31.210	27.569	4.17E+17
CUIJE	48.535	115.256	4.50E+17
SARDINAS I	70.179	107.535	2.32E+14
SARDINAS II	7.809	6.444	2.32E+14
CAZADERO	27.269	49.126	1.64E+14
LA FLOR	42.739	59.254	3.63E+16

T	0.58	0.69	4
ASIMETRIA	-0.0009	-0.0031	-0.0069
CURTOSIS	0.2843	-0.8747	-1.9137

REGRESIONES

Regression Output:		AREA vs MEDIA		
Constant	37.127805			
Std Err of Y Est	20.29075853		ESTACION COYOTE	
R Squared	0.041550611		MEDIA	NORMAL 45 61201382
No of Observations	9		DESN.	302 2601786
Degrees of Freedom	7			
X Coefficient(s)	2.02E-17			
Std Err of Coef	3.667E-17			

Regression Output:		AREA vs DESVIACION		
Constant	52.7095536			
Std Err of Y Est	39.14859496		ESTACION COYOTE	
R Squared	0.098619103		DESV.	NORMAL 78 7142315
No of Observations	9		DESN.	335 6096891
Degrees of Freedom	7			
X Coefficient(s)	6.1916E-17			
Std Err of Coef	7.075E-17			

EVENTOS DE DISEÑO DE COYOTE

T	P(x)	W	Ut	Q
2	0.5	0.693	-0.783	39.487
5	0.8	1.609	0.601	503.906
10	0.9	2.303	1.472	796.190
20	0.95	2.996	2.282	1068.186
50	0.98	3.912	3.305	1411.482
100	0.99	4.605	4.057	1663.933
500	0.998	6.215	5.764	2236.608
1000	0.999	6.908	6.488	2479.562
5000	0.9998	8.517	8.153	3038.492
10000	0.9999	9.210	8.865	3277.591

TABLA 11

METODO DE LA AVENIDA INDICE

	CAÑON I	CUIJE	LA FLOR
1949	193	101	135
1950	181	127	204
1951	204	100	450
1952	106	0	129
1953	741	520	965
1954	317	44.7	38.3
1955	258	0	361
1956	474	51.7	36.7
1957	186	0	363
1958	1268	583	20
1959	276	0	433
1960	288	0	242
1961	200	0	218
1962	167	0	221
1963	198	0	330
1964	591	314	3 59
1965	228	0	316
1966	563	438	264
1967	290	143	400
1968	127	1253	430

TABLA 12

estacion	area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CANON I	34548	193	181	204	106	741	317	258	474	186	1268	276	288	200	167	198	591	228	563	290	127
CUJE	36633	101	127	100	0	520	447	0	517	0	583	0	0	0	0	0	314	0	438	143	1253
LA FLOR	19520	135	204	450	109	965	383	361	367	363	20	433	242	218	221	330	359	316	264	400	430

estacion	area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CANON I	34548	106	127	167	181	186	193	198	200	204	228	258	276	288	290	317	474	563	591	741	1268
CUJE	36633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	447	517	100	101	127	143	314	438	520	583	1253
LA FLOR	19520	359	20	367	383	129	135	204	218	221	242	264	316	330	361	363	400	430	433	450	965

estacion	q 2 33	q20	q20/q2 33	q2 33/10 833
CANON I	262 19	966 69	3 69	27 39
CUJE	56 03	910 18	16 25	120 71
LA FLOR	295 41	696 50	2 36	17 52
PROMEDIO			7 43	

	AREA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CANON I	34548	0 40	0 48	0 64	0 69	0 71	0 74	0 76	0 76	0 78	0 87	0 98	1 05	1 10	1 11	1 21	1 81	2 15	2 25	2 83	4 84
CUJE	36633	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 80	0 92	1 78	1 80	2 27	2 55	5 60	7 82	9 28	10 41	22 38
LA FLOR	19520	0 01	0 01	0 12	0 13	0 44	0 46	0 69	0 74	0 75	0 82	0 89	1 07	1 12	1 22	1 23	1 35	1 46	1 47	1 52	3 27

AÑO	Q/q2 3	ORDENADO	m	t	Q/q2 3 AJUST.
1949	0 01	4 84	1	21 00	5 74
1950	0 07	2 83	2	10 50	2 77
1951	0 12	2 25	3	7 00	1 94
1952	0 13	2 15	4	5 25	1 53
1953	0 44	1 81	5	4 20	1 28
1954	0 48	1 23	6	3 50	1 12
1955	0 69	1 22	7	3 00	1 00
1956	0 74	1 12	8	2 63	0 91
1957	0 75	1 07	9	2 33	0 84
1958	0 82	0 92	10	2 10	0 79
1959	0 92	0 82	11	1 91	0 74
1960	1 07	0 75	12	1 75	0 71
1961	1 12	0 74	13	1 62	0 67
1962	1 22	0 69	14	1 50	0 65
1963	1 23	0 46	15	1 40	0 62
1964	1 81	0 44	16	1 31	0 60
1965	2 15	0 13	17	1 24	0 58
1966	2 25	0 12	18	1 17	0 57
1967	2 83	0 07	19	1 11	0 55
1968	4 84	0 01	20	1 05	0 54

REGRESION T Q/q2 3	
Regression Output	
Constant	0 293205
Std Err of Y Est	0 340305
R Squared	0 917702
No. of Observations	20
Degrees of Freedom	18
X Coefficient(s)	0 235676
Std Err of Coef	0 016635

TABLA 13

estacion	area	q 2.33	q2.33 ajust
LA FLOR	19520	295.41	307 480
CAÑON I	34548	262.19	163.089
CUIJE	36633	56.03	143 056
COYOTE	36033.44		148.816

regresion A-q2.33	
Regression Output	
Constant	495.03021463
Std Err of Y Est	132.44484634
R Squared	0.4784974633
No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-0.0096081
Std Err of Coef	0.0100306

EVENTOS DE DISEÑO DE COYOTE			
T	P(x)	Q/q2.3	Q
2	0.5	0.765	113.779
5	0.8	1.472	218.996
10	0.9	2.650	394.358
20	0.95	5.007	745.082
50	0.98	12.077	1797.255
100	0.99	23.861	3550.876
500	0.998	118.131	17579.846
1000	0.999	235.969	35116.059
5000	0.9998	1178.672	175405.761
10000	0.9999	2357.052	350767.888

TABLA 4

METODO DE BOX COX

REGISTRO HISTORICO

ANOS	AGUSTIN MELGAR	CANON I	CANON II	ANGELES	CUJE	SARDINAS I	SARDINAS	CAZADERO	LA FLOR
1936		2280.00			2994.00				
1937		1116.00			862.00				
1938		1592.00			1396.00				
1939		746.00			468.00				
1940		399.00			232.00				
1941		1568.00			1266.00				289.00
1942		931.00			647.00				195.00
1943		1040.00			893.00				118.00
1944		1385.00			1199.00				166.00
1945		244.00			102.00				81.20
1946		224.00			77.00				69.40
1947		379.00			124.00				402.00
1948		213.00			141.00				407.00
1949		193.00			101.00				135.00
1950		181.00			127.00				204.00
1951		204.00			100.00				450.00
1952		106.00			0.00				129.00
1953		741.00			520.00				965.00
1954		317.00			44.70				38.30
1955		258.00			0.00				361.00
1956		474.00			51.70				36.70
1957		186.00			0.00				363.00
1958		1268.00			583.00				20.00
1959		276.00			0.00				433.00
1960		288.00			0.00				242.00
1961		200.00			0.00			1.00	218.00
1962		167.00			0.00			79.60	221.00
1963		198.00			0.00			176.00	330.00
1964		591.00		170.00	314.00			4.00	3.59
1965		228.00		139.00	0.00			51.60	316.00
1966		563.00		345.00	438.00			72.60	264.00
1967		290.00		347.00	143.00			277.00	400.00
1968		127.00	1738.00	143.00	1253.00			89.80	430.00
1969			138.00	131.00	0.00			2.64	112.00
1970	581.00		120.00	131.00	0.00	395.00	21.70	97.10	303.00
1971	302.00		118.00	109.00	0.00	590.00	20.70	161.00	325.00
1972	135.00		118.00	113.00	0.00	440.00	22.60	3.27	149.00
1973	526.00		153.00	154.00	0.00	1830.00	21.20	713.00	1059.00
1974	195.00		126.00	115.00	0.00	698.00	23.70	2.67	60.00
1975	219.00		117.00	114.00	0.00	231.00	3.10	175.00	240.00
1976	250.00		131.00	130.00	0.00	765.00	39.60	293.00	476.00
1977	183.00		125.00	123.00	0.00	482.00	0.00	7.58	27.90
1978	298.88		126.40			1097.96			
1979	196.24		127.73			449.15			
1980	198.58		107.21			543.86			
1981	171.29		124.75			738.80			
1982	140.98		129.97			12.79			
1983	208.44		80.24			544.98			
1984	261.94		80.94			437.08			
1985	263.36		111.40			142.20			
1986	305.36		124.21			856.89			
1987	212.39		114.88			706.32			
1988	214.32		127.52			326.60			
1989	137.92		125.52			348.68			
1990	208.84		116.74			722.35			
1991	716.52		453.11			952.98			
1992	332.76		324.30			341.23			
1993	220.96		118.14			2450.00			
1994	148.38		132.33			11.35			
1995	136.26		104.91			43.60			

MEDIA	260.17	574.94	196.94	161.71	335.15	621.45	19.08	129.82	271.33
VAR	19388.86	278800.36	93235.15	5922.92	334552.33	274345.85	136.02	29638.00	50306.03
DESV	139.24	528.02	305.34	76.96	578.40	523.78	11.66	172.16	224.29
CURT	4.14	2.01	24.58	3.19	9.68	5.27	0.43	7.22	4.68
ASIM	2.06	1.57	4.86	2.09	2.78	2.03	-0.22	2.45	1.84

TABLA 15

REGISTRO NORMALIZADO

ANOS	AGUSTIN MELGAR	CANON I	CANON II	ANGELES	CUIJE	SARDINAS I	SARDINAS	CAZADERO II	LA FLOR
1936		9169.02				211.86			
1937		3945.94				91.15			
1938		6001.11				126.47			
1939		2452.91				60.03			
1940		1171.75				36.96			
1941		5894.49				118.36			109.09
1942		3186.00				74.94			78.36
1943		3630.76				93.36			51.24
1944		5091.41				114.07			68.41
1945		655.48				20.68			37.25
1946		592.48				16.87			32.55
1947		1102.71				23.78			143.84
1948		558.25				26.05			145.34
1949		496.84				20.53			57.43
1950		460.53				24.18			81.40
1951		530.48				20.39			158.08
1952		244.54				-1.49			55.26
1953		2433.52				64.53			298.82
1954		892.97				11.26			19.40
1955		700.14				-1.49			131.45
1956		1436.03				12.57			18.69
1957		475.61				-1.49			132.06
1958		4587.76				69.79			10.81
1959		758.21				-1.49			153.07
1960		797.30				-1.49			93.98
1961		518.21				-1.49		-0.43	86.08
1962		418.72				-1.49		19.98	87.07
1963		512.09				-1.49		35.88	121.93
1964		1863.27		39.33		45.60		1.21	1.68
1965		605.00		31.82		-1.49		14.38	117.57
1966		1759.51		61.96		57.36		18.65	101.11
1967		803.84		62.22		26.31		49.83	143.24
1968		302.88	0.91	32.50		117.53		21.87	152.18
1969			0.91	30.45		-1.49		0.54	49.01
1970	74.32		0.91	30.45		-1.49	92.75	224.42	23.18
1971	47.10		0.91	26.55		-1.49	126.28	206.50	33.63
1972	26.62		0.91	27.28		-1.49	100.78	241.11	0.86
1973	69.37		0.91	34.33		-1.49	300.31	215.38	97.92
1974	34.61		0.91	27.64		-1.49	143.67	262.19	0.56
1975	37.57		0.91	27.46		-1.49	61.25	6.76	35.74
1976	41.25		0.91	30.28		-1.49	154.13	647.98	51.88
1977	33.08		0.91	29.06		-1.49	108.11	-0.57	2.70
1978	46.76		0.91				203.26		
1979	34.76		0.91				102.39		
1980	35.05		0.91				118.63		
1981	31.56		0.91				150.07		
1982	27.46		0.91				5.62		
1983	36.28		0.92				118.81		
1984	42.62		0.92				100.27		
1985	42.79		0.91				41.96		
1986	47.47		0.91				168.13		
1987	36.76		0.91				144.98		
1988	37.00		0.91				80.09		
1989	27.04		0.91				84.24		
1990	36.33		0.91				147.50		
1991	85.94		0.91				182.38		
1992	50.41		0.91				82.85		
1993	37.81		0.91				375.19		
1994	28.49		0.91				5.02		
1995	26.80		0.92				16.30		

T	0.68	1.18	-1.10	0.71	0.67	0.76	1.76	0.70	0.83
CURT.	3.01	3.02	3.01	3.00	3.01	3.00	3.01	3.08	2.99
ASIM	1.76	1.78	-1.03	2.03	1.69	1.32	1.28	1.53	1.37

TABLA 16

REGISTRO NORMALIZADO CON T PROM.

ANOS	AGUSTIN MELGAR	CAÑON I	CAÑON II	ANGELES	CUJE	SARDINAS I	SARDINAS	CAZADERO II
1936		202.49			244.52			
1937		123.32			103.01			
1938		157.85			144.09			
1939		93.13			67.18			
1940		60.05			40.90			
1941		156.19			134.62			
1942		108.69			84.30			
1943		117.41			105.58			
1944		143.30			129.63			
1945		42.40			22.62			
1946		39.89			18.38			
1947		57.91			26.08			
1948		38.49			28.62			
1949		35.87			22.45			
1950		34.26			26.53			
1951		37.32			22.29			
1952		23.26			-1.45			
1953		92.69			72.34			
1954		51.05			12.19			
1955		44.11			-1.45			
1956		67.78			13.63			
1957		34.93			-1.45			
1958		134.77			78.38			
1959		46.28			-1.45			
1960		47.70			-1.45			
1961		36.79			-1.45			-0.45
1962		32.33			-1.45			18.84
1963		36.53			-1.45			33.57
1964		79.13		32.75	50.71			1.14
1965		40.40		28.33	-1.45			13.61
1966		76.48		54.19	64.12			17.60
1967		47.93		54.42	28.91			46.40
1968		26.53	167.76	28.91	133.66			20.60
1969			28.18	27.14	-1.45			0.50
1970	114.34		25.46	27.14	-1.45	59.62	6.85	21.81
1971	47.10		25.15	23.74	-1.45	79.03	6.58	31.49
1972	27.73		25.15	24.37	-1.45	64.33	7.08	0.80
1973	72.92		30.36	30.50	-1.45	173.87	6.72	90.23
1974	36.13		26.38	24.69	-1.45	88.90	7.37	0.51
1975	39.26		25.00	24.53	-1.45	40.78	0.72	33.44
1976	43.14		27.14	26.99	-1.45	94.78	11.10	48.28
1977	34.53		26.23	25.92	-1.45	68.59	-1.45	2.57
1978	48.96		26.44			121.93		
1979	36.30		26.64			65.27		
1980	36.61		23.46			74.65		
1981	32.93		26.19			92.50		
1982	28.62		26.98			4.32		
1983	37.90		18.95			74.76		
1984	44.59		19.08			64.03		
1985	44.76		24.12			28.80		
1986	49.71		26.11			102.59		
1987	38.41		24.67			89.64		
1988	38.66		26.61			52.14		
1989	28.17		26.31			54.60		
1990	37.95		24.96			91.05		
1991	90.54		65.67			110.48		
1992	52.83		51.88			53.78		
1993	39.51		25.17			212.83		
1994	29.69		27.33			3.86		
1995	27.92		23.09			11.96		

r	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
MEDIA	44.58	71.73	32.87	30.97	39.25	76.12	5.62	22.41
DESV	19.48	45.64	27.50	9.82	54.99	45.44	3.76	23.12

TABLA 17

AREA VS DESVIACION	
Resultado de la regresión:	
Constante	20.485254
Err estándar de est. Y	17.856747
R. cuadrada	0.0558205
Núm. de observaciones	9
Grado de libertad	7
Coeficiente(s) X	0 003278
Err estándar de coef.	0.005096

AREA VS MEDIA	
Resultado de la regresión:	
Constante	32.500711
Err estándar de est. Y	23.350173
R. cuadrada	0.0359565
Núm. de observaciones	9
Grado de libertad	7
Coeficiente(s) X	0 003405
Err estándar de coef.	0 006664

EVENTOS DE DISEÑO DE COYOTE				
T	P(X)	X _{ij}	Q	
2	0 5	60 33	233 07	
5	0 8	69 90	287 38	
10	0 9	73 09	306 25	
20	0 95	74 69	315 83	
50	0 98	75 64	321 62	
100	0 99	75 96	323 56	
500	0 998	76 22	325 11	
1000	0 999	76 25	325 31	
5000	0 9998	76 28	325 46	
10000	0 9999	76 28	325 48	

TABLA 17a

MODULO II

ESCURRIMIENTO DE
LLUVIAS

IMPARTIDO POR:

M.I. MA. ROSIO RUIZ
URBANO

TEMARIO

1.- INTRODUCCIÓN

2.- FÓRMULA RACIONAL

3.-CURVAS i-d-T

4 - HIDROGRAMA UNITARIO INSTANTANEO O MATRICIAL

5 - ANÁLISIS DE FRECUENCIA.

- Método de Nash
- Distribución Gumbel
- Distribución Gumbel de 2 poblaciones.
- Distribución Normal
- Distribución Log-Normal
- Distribución Gamma de 2 parámetros
- Distribución Gamma de 3 parámetros

Hidrograma Adimensional

6.- ANÁLISIS REGIONAL.

- Método de las estaciones año
- Método de la avenida índice
- Método de correlación lineal múltiple.
- Método de Box.Cox de una potencia.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

INTRODUCCIÓN.

El diseño y la planeación de obras hidráulicas están siempre relacionadas con eventos hidrológicos futuros. La complejidad de los procesos físicos que tienen lugar en la generación de una avenida hace, en la mayoría de los casos, imposible una estimación confiable de la misma por métodos basados en leyes determinísticas, ya sea porque estos métodos son insuficientes, o porque el modelo matemático sería exageradamente grande, complicado y difícil de manejar.

Por ello, y como sucede en la mayoría de las ciencias, con mucha frecuencia es necesario un enfoque estadístico para la solución de los problemas. En particular, en el análisis hidrológico la probabilidad y la estadística juegan un papel de primer orden.

En este tema, se plantean los conceptos fundamentales y métodos más utilizados para la determinación de gastos de diseño máximo, así como su aplicación.

FÓRMULA RACIONAL

Se incorporaran las características medias de la lluvia y a través del coeficiente de escurrimiento y el tiempo de concentración algunas características de la cuenca además de su área.

Si la duración de la lluvia efectiva es mayor que el tiempo de concentración (t_c) de la cuenca se alcanza un estado de equilibrio es decir, el volumen que entra por unidad de tiempo por la lluvia sea el mismo que el gasto de salida de la cuenca.

El tiempo de concentración, (t_c) se calcula con:

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

$$t_c = \frac{L}{3600V}$$

S, pendiente del cauce principal

L, longitud del cauce principal en (m)

t_c , tiempo de concentración en (hr)

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Q, es el gasto a la salida de la cuenca cuando alcanza el equilibrio en (m^3/s)

C, coeficiente de escurrimiento
i, intensidad media para un $t=t_c$ en (mm/hr)
A, área de la cuenca en (ha)

Se utiliza para cuencas pequeñas a partir de las curvas **i-d-T**.

Ejemplo:

Determine el gasto de diseño para un periodo de retorno de 10 años a la salida de la cuenca mostrada en la fig 1. Utilice las curvas **i-d-T**.

A_1 es una zona suburbana

A_2 es una zona residencial por casas habitación

Solución:

$$t_c = t_{c1} + t_{c2} = 15 + 5 = 20 \text{ (min)}$$

Coeficientes

Zona suburbana
Zona residencial

Coeficiente de escurrimiento
min = 0.10 máx = 0.30
min = 0.50 máx = 0.70

Para toda la cuenca

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.30 * 1.5 + 0.7 * 2}{1.5 + 2} = 0.53$$

Cálculo de la intensidad de lluvia de los datos **i-d-T**

$$d = 20 \text{ (min)}$$

$$T = 10 \text{ años}$$

$$i = 100 \text{ (mm/hr)}$$

Cálculo del gasto de diseño

$$Q = \frac{0.53 * 100 * (3.5 * 100)}{360} = 51.5 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-PERÍODO DE RETORNO.

Se utiliza una expresión que relaciona las variables i-d-T.

$$i = \frac{kT^m}{d^n}$$

donde k, m y n son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación múltiple lineal

Tomando logaritmos en la ecuación anterior, se tiene:

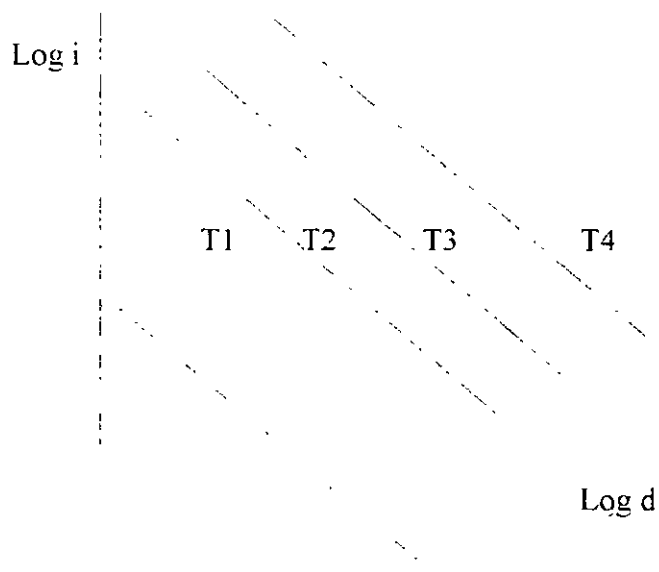
$$\log i = \log K + m \log T - n \log d$$

$$y = A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_2$$

donde:

$$\begin{aligned} y &= \log i \\ A_0 &= \log k \\ A_1 &= m \\ x_1 &= \log T \\ A_2 &= -n \\ x_2 &= \log d \end{aligned}$$

La ecuación anterior es una familia de líneas rectas de pendiente A2, ordenada al origen A0 y espaciada A1



Las ecuaciones normales de la ecuación anterior son iguales a:

$$\sum y = NA_0 + A_1 \sum x_1 + A_2 \sum x_2$$

$$\sum (x_1 * y) = A_0 \sum x_1 + A_1 \sum (x_1)^2 + A_2 \sum (x_1 * x_2)$$

$$\sum (x_2 * y) = A_0 \sum x_2 + A_1 \sum (x_1 * x_2) + A_2 \sum (x_2)^2$$

donde N es el número de datos, y las incógnitas son A_0 , A_1 y A_2 .

$x_1 = \text{Log } T$; $x_2 = \text{Log } d$; $y = \text{Log } i$.

Una vez calculados A_0 , A_1 y A_2 es posible evaluar los parámetros k, m y n.

Ejemplo

En una estación pluviográfica se han registrado las alturas de precipitación máxima en mm. para diferentes duraciones. Determinar las curvas i-d-T.

	alturas de precipitación en mm					
año/duración	5	10	20	45	80	120
1945	8.0	9.0	9.3	10.5	12.8	14.2
1955	8.0	8.0	14.5	20.5	34.0	48.0
1956	12.5	15.5	20.0	24.8	25.5	25.6

	Transformar las alturas de precipitación en intensidades (mm/hr)					
Año	5	10	20	45	80	120
1954	96	54	28	14	10	17
1955	96	48	44	27	26	24
1956	150	93	60	33	19	13

5 min = 0.0833 hrs.

10 min = 0.1666 hrs

Ejemplo $8 / 0.0833 = 96$

Determinar el número de orden

m	T	5	10	20	45	80	120
1	11	168	111				
2	5.5	150	105				
3	3.67	120	93				
4	2.75	118	70				

Sustituir en las ecuaciones normales.

$$\sum y = an + b\sum x_1 + c\sum x_2$$

$$\sum (x_1 y) = a\sum x_1 + b\sum x_1^2 + c\sum x_1 x_2$$

$$\sum (x_2 y) = a\sum x_2 + b\sum x_1 x_2 + c\sum x_2^2$$

Resolviendo

$$a_0 = 2.277$$

$$a_1 = 0.571$$

$$a_2 = -0.68$$

$$K = \text{antilog } a_0 = 10^{2.277} = 189.23$$

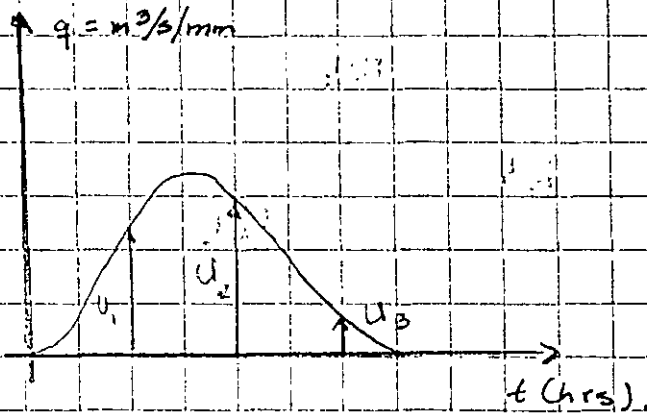
$$i = \frac{189.23 * 7^{0.57}}{d^{0.68}}$$

(d en min, T en años, i en mm/hr)

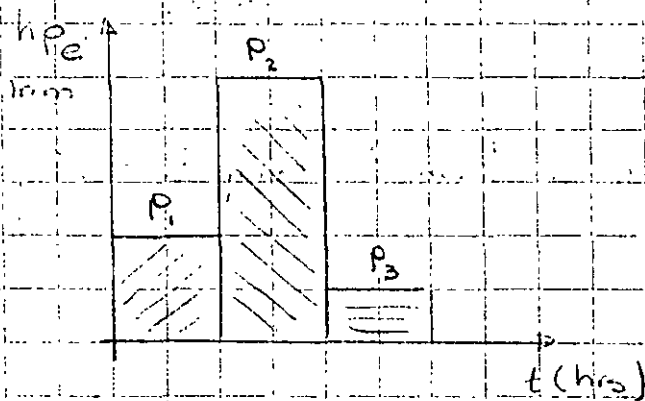
HIROGRAMA UNITARIO INSTANTANEO.

En los métodos anteriores H.U.T y curvas S se supone que la intensidad de lluvia es constante en toda su duración. Para superar toda su limitación se han desarrollado métodos apoyados en el H.U. que permiten tomar las variaciones de la intensidad de la lluvia con el tiempo.

Sea un hidrograma unitario para duración en exceso "de"

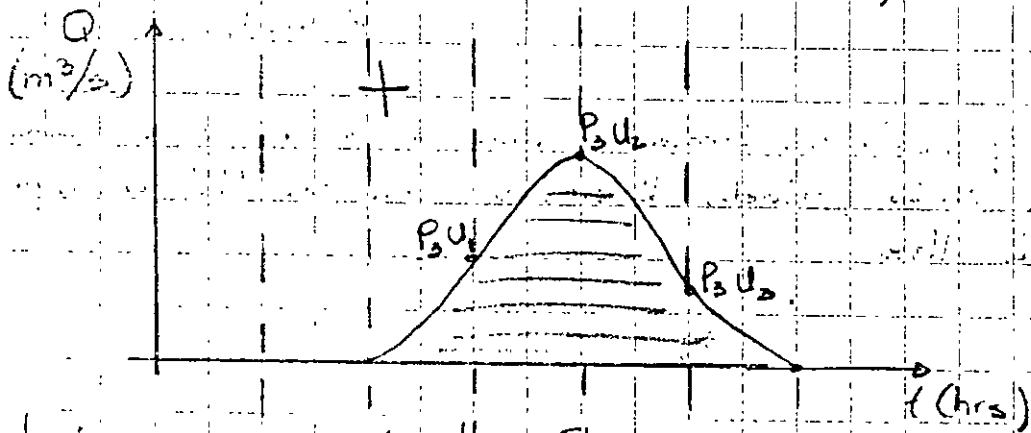
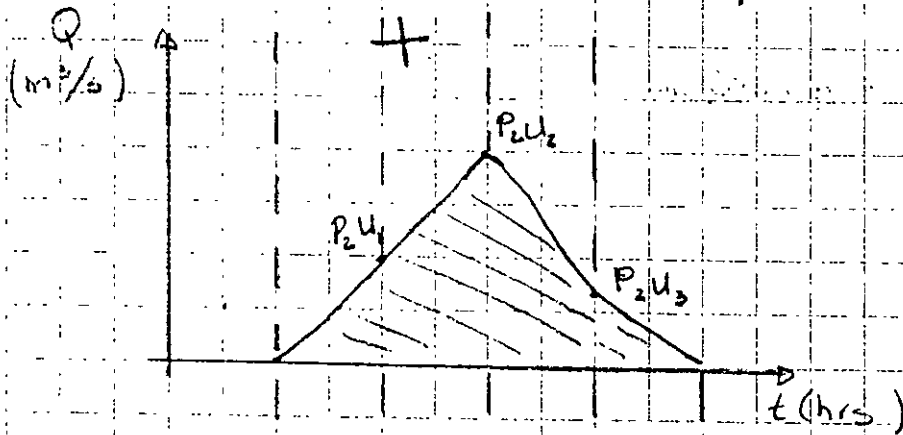
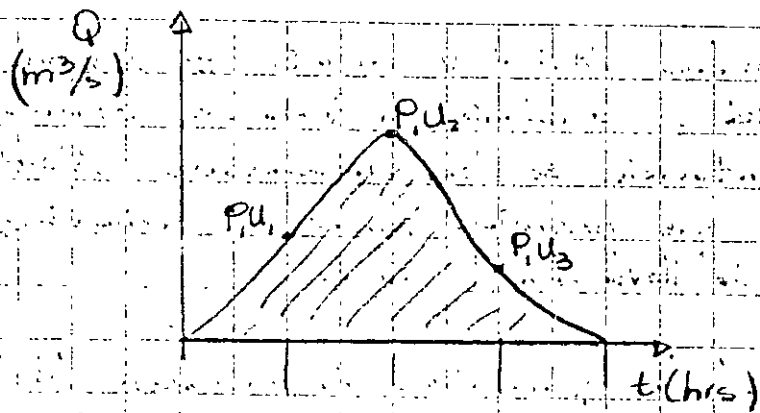


Si se presenta una tormenta como la de la figura, cada una de con varios periodos lluviosos, con una "de" correspondiente a c/u de ellas

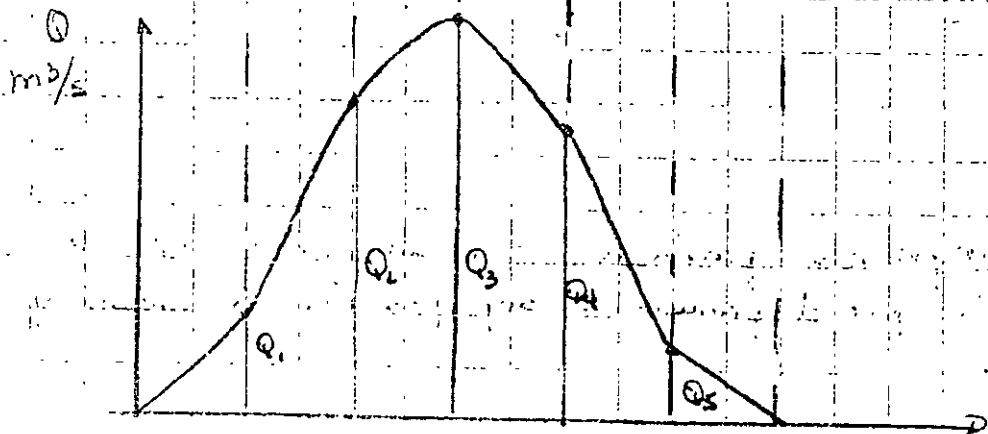


los hidrogramas producidos por cada barra serán los siguientes por el principio de superposición de causas y efectos.

... ..



El hidrograma de la tormenta completa será



Así, si U_i es la i -ésima ordenada del hidrograma unitario y P_j es la j -ésima lluvia del hidrograma, los ordenados Q_i del hidrograma serán:

$$Q_1 = P_1 U_1$$

$$Q_2 = P_1 U_2 + P_2 U_1$$

$$Q_3 = P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1$$

$$Q_4 = P_2 U_3 + P_3 U_2$$

$$Q_5 = P_3 U_3$$

En general, la k -ésima ordenada del hidrograma Q_k es:

$$Q_k = \sum_{j=1}^k P_j U_{k-j+1}$$

$$\Rightarrow k=1$$

$$Q_k = \sum_{j=1}^k P_j U_{k-j+1} = P_1 U_1$$

Considera el problema inverso donde se conocen:

hidrograma total y la precipitación efectiva (hidrograma),

y se desea conocer el H.U.:

El sistema de ecuaciones sigue siendo válido y se puede escribir como:

$$P \{u\} = \{Q\}$$

donde:

$$P = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 \\ P_2 & P_1 & 0 \\ P_3 & P_2 & P_1 \\ 0 & P_3 & P_2 \\ 0 & 0 & P_3 \end{bmatrix}, \quad \{u\} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \end{bmatrix}$$

La incógnita es u sin embargo se tendrán 5 ecuaciones con 3 incógnitas \therefore el sistema es indeterminado no existen valores de u que satisfagan simultáneamente las 5 ecuaciones, para tener una solución es necesario aceptar un cierto error en % de los componentes de u .

Este error es mínimo si se multiplica por la matriz transpuesta de P .

$$P^T P \{u\} = P^T \{Q\}$$

\therefore desarrollando

$$\begin{bmatrix} P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 & P_1 P_2 + P_2 P_3 & P_1 P_3 \\ P_1 P_2 + P_2 P_3 & P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 & P_1 P_2 + P_2 P_3 \\ P_1 P_2 & P_1 P_2 + P_2 P_3 & P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} P_1 Q_1 + P_2 Q_2 + P_3 Q_3 \\ P_1 Q_2 + P_2 Q_3 + P_3 Q_4 \\ P_1 Q_3 + P_2 Q_4 + P_3 Q_5 \end{bmatrix}$$

Este es ya un sistema determinado con una solución única

En todos los casos el # de ordenados del hidrograma total N_Q , está ligado con el # de barras del histograma N_p y el # de ordenados del H.U. N_u por medio de la ecuación:

$$N_Q = N_p + N_u - 1$$

Se puede saber el N_u de ordenados que tendrá el H.U. y el orden de la matriz

Igual que en H.U.T. en el H.U.I se tiene que especificar la duración en exceso total (suma de las barras del histograma)

En la solución del sistema su dan resultados negativos se obligan a ser cero.

Ejemplo:

Obtener el H.U.I. para una cuenca en el cual se dispone de la sig. información:

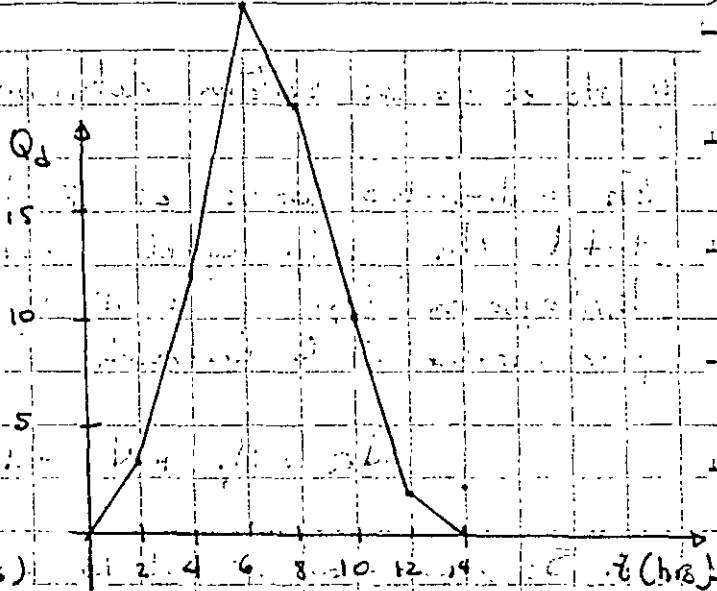
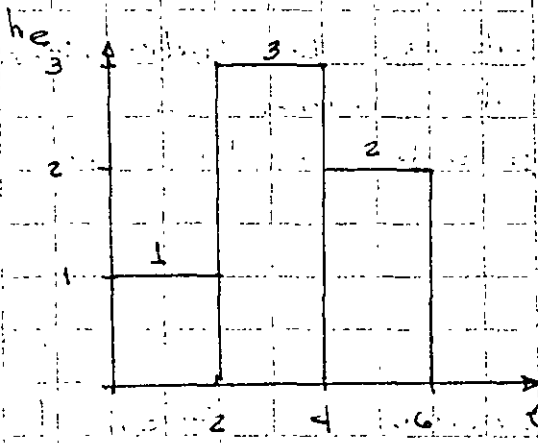
Histograma

Hidrograma

t	h_e (mm.)
0-2	1
2-4	3
4-6	2

t	Q_d (m ³ /s)	t	Q_d
0	0	10	10
2	3	12	2
4	12	14	0
6	25		
8	20		

Solución:



Solución

No de barras del histograma $N_p = 3$

No de ordenadas del hidrograma $N_o = 6$

$$\therefore S_1: N_o = N_p + N_u - 1$$

$$6 = 3 + N_u - 1$$

$$6 = 2 + N_u$$

$$N_u = 4$$

la ecuación se desarrolla así:

$$Q_k = \sum_{j=1}^k P_j U_{k-j+1}$$

in this case $k=6$

$$Q_1 = P_1 U_1$$

$$Q_2 = P_1 U_{2-1+1} + P_2 U_{2-2+1} = P_1 U_2 + P_2 U_1 \quad \checkmark$$

$$Q_3 = P_1 U_{3-1+1} + P_2 U_{3-2+1} + P_3 U_{3-3+1} =$$

$$= P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1$$

$$Q_4 = P_1 U_{4-1+1} + P_2 U_{4-2+1} + P_3 U_{4-3+1} + P_4 U_{4-4+1}$$

$$= \cancel{P_1 U_4} + P_2 U_3 + P_3 U_2 + \cancel{P_4 U_1}$$

$$Q_5 = P_1 U_{5-1+1} + P_2 U_{5-2+1} + P_3 U_{5-3+1} + P_4 U_{5-4+1} + P_5 U_{5-5+1}$$

$$Q_5 = \cancel{P_1 U_5} + P_2 U_4 + P_3 U_3 + \cancel{P_4 U_2} + \cancel{P_5 U_1}$$

$$Q_6 = \cancel{P_1 U_6} + \cancel{P_2 U_5} + P_3 U_4 + \cancel{P_4 U_3} + \cancel{P_5 U_2} + \cancel{P_6 U_1}$$

$$\begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ P_2 & P_1 & 0 & 0 \\ P_3 & P_2 & P_1 & 0 \\ 0 & P_3 & P_2 & P_1 \\ 0 & 0 & P_3 & P_2 \\ 0 & 0 & 0 & P_3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \end{bmatrix}$$

then

$$\text{OT } P^T P U = P^T Q$$

$$P^T P =$$

$$\begin{bmatrix} P_1 & P_2 & P_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_1 & P_2 & P_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ P_2 & P_1 & 0 & 0 \\ P_3 & P_2 & P_1 & 0 \\ 0 & P_3 & P_2 & P_1 \\ 0 & 0 & P_3 & P_2 \\ 0 & 0 & 0 & P_3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 & P_1 P_2 + P_3 P_2 & P_3 P_1 \\ P_1 P_2 + P_2 P_3 & P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 & P_2 P_1 + P_3 P_2 \\ P_1 P_3 & P_1 P_2 + P_2 P_3 & P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 \\ 0 & P_1 P_3 & P_1 P_2 + P_2 P_3 \end{bmatrix}$$

$$P^T Q$$

$$\begin{bmatrix} P_1 & P_2 & P_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_1 & P_2 & P_3 \end{bmatrix}$$

4x6

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \end{bmatrix}$$

6x1

$$= \begin{bmatrix} P_1 Q_1 + P_2 Q_2 + P_3 Q_3 \\ P_1 Q_2 + P_2 Q_3 + P_3 Q_4 \\ P_1 Q_3 + P_2 Q_4 + P_3 Q_5 \\ P_1 Q_4 + P_2 Q_5 + P_3 Q_6 \end{bmatrix}$$

$$P_1 = 1$$

$$P_2 = 3$$

$$P_3 = 2$$

$$Q_1 = 3$$

$$Q_2 = 12$$

$$Q_3 = 25$$

$$Q_4 = 20$$

$$Q_5 = 10$$

$$Q_6 = 2$$

$$\begin{pmatrix} 14 & 9 & 2 & 0 \\ 9 & 14 & 9 & 2 \\ 2 & 9 & 14 & 9 \\ 0 & 2 & 9 & 14 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 89 & = & 89 \\ 12+75+40 & = & 127 \\ 25+60+20 & = & 105 \\ 20+30+4 & = & 54 \end{pmatrix}$$

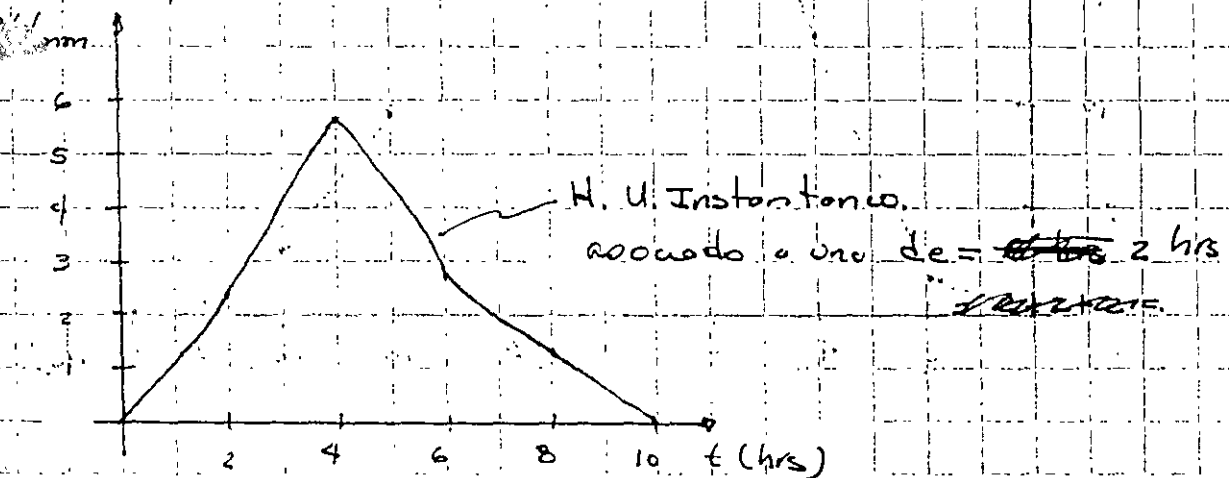
Resolviendo el sistema.

$$U_1 = 2.33$$

$$U_2 = 5.67$$

$$U_3 = 2.61$$

$$U_4 = 1.33$$



Este hidrograma puede ahora aplicarse a cualquier tormenta que se divida en intervalos de 2 hrs.

Aplicándolo al hidrograma de la figura (datos).

se tiene un hidrograma igual a.

$$Q_1 = P_1 U_1^2 = 1 \times 2.33 = 2.33 \text{ m}^3/\text{s}$$

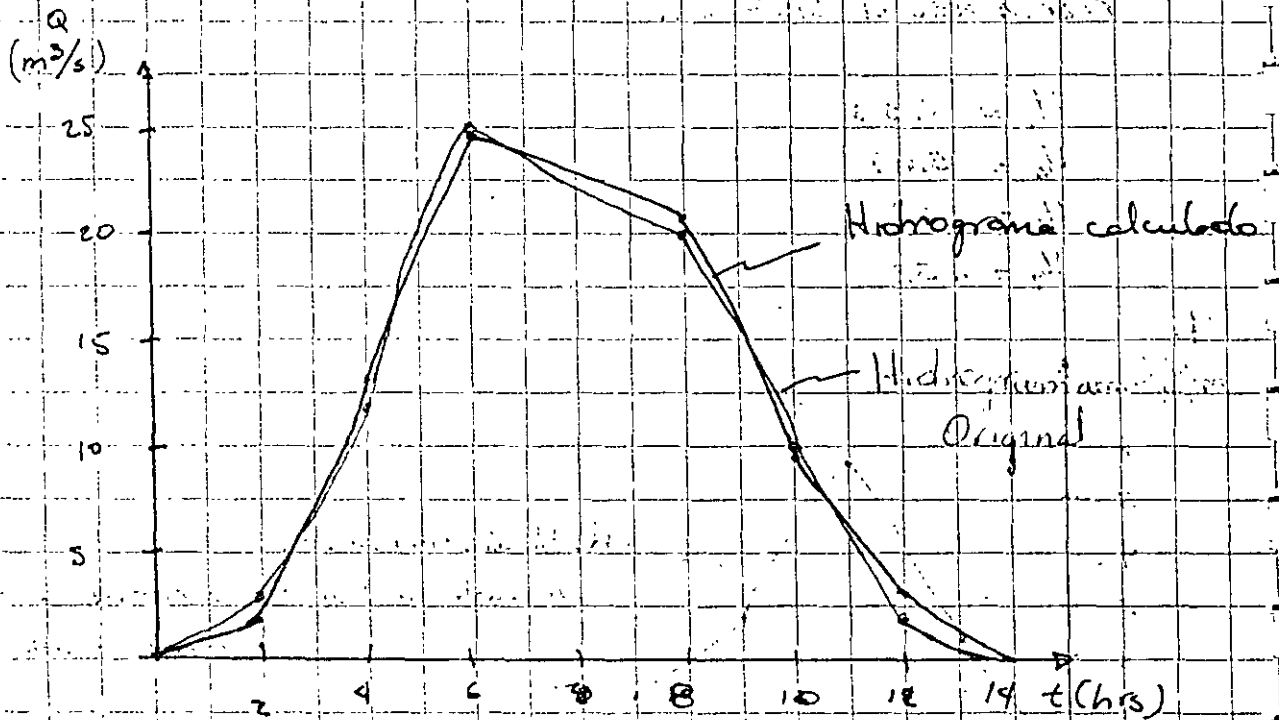
$$Q_2 = P_1 U_2 + P_2 U_1 = 1 \times 5.67 + 3 \times 2.33 = 12.66 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1 = 1 \times 2.61 + 3 \times 5.67 + 2 \times 2.33 = 24.28$$

$$Q_4 = P_1 U_4 + P_2 U_3 + P_3 U_2 = 1 \times 1.33 + 3 \times 2.61 + 2 \times 5.67 = 20.5$$

$$Q_5 = P_2 U_4 + P_3 U_3 = 3 \times 1.33 + 2 \times 2.61 = 9.21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_6 = P_3 U_4 = 2 \times 1.33 = 2.66 \text{ m}^3/\text{s}$$



$$\begin{array}{r} 3.21 \\ 20 \overline{) 642} \\ \underline{60} \\ 42 \\ \underline{40} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

Regionalización de cuencas de acuerdo a sus características fisiográficas.

Cuando las regiones no son totalmente homogéneas, se puede incurrir en errores significativos en el cálculo de los eventos de diseño.

Para dividir un área en subregiones homogéneas es necesario considerar un comportamiento similar, basándose en las características fisiográficas de la cuenca

Se ha estudiado por parte de muchos investigadores de las ciencias geográficas, pero no se ha logrado una metodología general para identificar regiones que pueden ser utilizadas en los análisis hidrológicos.

La mayor parte de las veces se utiliza la técnica de ubicación geográfica, que se basa en trazar radios de 55 millas en cada estación hidrométrica y considerar como cuencas homogéneas, a las estaciones que se ubiquen dentro de éstos círculos. Otro método es utilizar el trazo multidimensional en dos dimensiones, que se define como el conjunto de variables que son capaces de especificar la semejanza hidrológica entre diferentes cuencas, es decir, cada cuenca y sus correspondientes características fisiográficas pueden ser dibujadas en un diagrama a escala, que revelará las similitudes entre cada una de ellas

Procedimiento para definir regiones homogéneas utilizando el método del trazo multidimensional.

- a). Obtener un conjunto de variables significativas para la predicción de diferentes grupos. (Características Fisiográficas).
- b). Obtener los datos de gastos medios anuales de todas las estaciones hidrométricas existentes en la cuenca.
- c). Realizar un análisis de frecuencia
- d). Seleccionar un peso para cada variable fisiográfica acorde a su relativa importancia.
- e). Obtener las curvas propuestas por Andrews para cada una de las cuencas, con base a las características fisiográficas seleccionadas en el inciso d) representándolas por una curva en dos dimensiones a través de la función

$$f(x) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \sin(t) + x_3 \cos(t) + x_4 \sin(2t) + x_5 \cos(2t) + \dots$$

Donde.

x_1, x_2, \dots , representan cada una de las variables fisiográficas más significativas.
La función se gráfica en un rango entre $-\pi$ y π .

- f). A partir de las curvas de Andrews, discriminar envolventes tratando de formar conjuntos de curvas similares y derivar de esto una curva media que represente los atributos físicos de cada grupo.

Para asignar los miembros de cada grupo se obtiene la suma del cuadrado de las diferencias (SS) entre los puntos que forman la curva característica del j -ésimo grupo (S_j) y la curva de la k -ésima cuenca (T_k) en consideración.

$$SS = \sum (S_j - T_{ki})^2$$

La cuenca es localizada en el grupo con el menor valor de la suma del cuadrado de las diferencias SS.

Análisis de Frecuencia.

Muchos procesos en Hidrología deben ser analizados y explicados con base a la ciencia probabilística, por su inherente aleatoriedad. Por lo tanto, no es posible predecir una avenida o una precipitación con base únicamente determinística. Afortunadamente, los métodos estadísticos permiten presentar, organizar y reducir datos para facilitar su interpretación y evaluación. Esta parte del trabajo presenta los gastos medios anuales cuantificados y presentados con distribuciones de probabilidad continua.

Muchas funciones de densidad de probabilidad continuas son usadas en la Hidrología, sin embargo este trabajo hace énfasis solo en las más comunes. Ellas son:

Distribución Normal Estandarizada.

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

donde μ y σ son los parámetros de la distribución. Estos parámetros determinan la forma de la función $f(x)$ y su posición en el eje x .

Los valores de μ y σ son la media y la desviación estandar de la población y pueden estimarse como la media y desviación estándar de los datos. La función de distribución de

probabilidad normal es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Como se sabe, hoy en día no se conoce analíticamente la integral de la ecuación $F(x)$, por lo que es necesario recurrir a métodos numéricos para valuarla. Sin embargo, para hacer esto se requeriría una tabla para cada valor de μ y σ , por lo que se ha definido la variable estandarizada:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

que está normalmente distribuida con media cero y desviación estándar unitaria. Así la función de distribución de probabilidad se puede escribir como:

$$F(x) = F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

La función $F(z)$ se ha calculado numéricamente y se han publicado tablas de ella. Debido a que la función $F(z)$ es simétrica, en dicha tabla se encuentran únicamente valores de:

$$\int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

con lo que es posible calcular $F(z)$ para cualquier valor de z .

Otra manera más conveniente de estimar $f(z)$ o $F(z)$, es mediante fórmulas aproximadas. La función de densidad $f(z)$ se aproxima, con una precisión mayor de 2.27×10^{-3} , como:

$$f(z) = (a_0 + a_1 z^2 + a_2 z^4 + a_3 z^6)^{-1}$$

donde

$$a_0 = 2.490895$$

$$\begin{aligned} a_1 &= 1.466003 \\ a_2 &= -0.024393 \\ a_3 &= 0.178257 \end{aligned}$$

y la función de distribución como:

$$F(z) = H(z), z > 0$$

$$F(z) = 1 - H(z), z < 0$$

donde:

$$H(z) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}(b_1q + b_2q^2 + b_3q^3)\right)$$

siendo:

$$q = \frac{1}{1 + b_0|z|}$$

$$\begin{aligned} y \quad b_0 &= 0.33267 \\ b_1 &= 0.43618 \\ b_2 &= -0.12017 \\ b_3 &= 0.93730. \end{aligned}$$

Distribución Log-Normal.

En esta función los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente. La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta}\right)^2\right)$$

donde α y β son los parámetros de la distribución. Los valores de α y β son

respectivamente la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria.

Como se observa, esta función no necesariamente es simétrica. Los valores de α y β se estiman a partir de n observaciones x_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$, como :

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n}$$

$$\beta = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(\ln x_i - \alpha)^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}}$$

La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} \exp^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta} \right)^2} dx$$

Los valores de la función de distribución de probabilidad, se obtienen usando la misma variable estandarizada, que se define como.

$$z = \frac{\ln x - \alpha}{\beta}$$

Distribución General de Valores Extremos I. (Gumbel)

Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene n eventos. Si se selecciona el máximo x de los n eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que n aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende a:

$$F(x) = \exp^{-\exp^{-u(x-\beta)}}$$

La función de densidad de probabilidad es entonces.

$$f(x) = \alpha \exp[-\alpha(x-\beta) - \exp^{-\alpha(x-\beta)}]$$

donde α y β son los parámetros de la función, y se estiman por momentos como:
 $\alpha = 0.78 s$ y $\beta = x - 0.5772 \alpha$, donde x y s representan respectivamente la media y desviación estándar de la muestra.

Distribución Doble Gumbel.

En muchos lugares, los gastos máximos anuales pertenecen a dos poblaciones diferentes: la primera es la de los gastos producidos por precipitaciones relacionadas con los fenómenos meteorológicos dominantes en la región en estudio, y la segunda es la de los gastos producidos por precipitaciones ciclónicas, normalmente mayores que los primeros.

Se ha demostrado que, en estos casos, la función de distribución de probabilidad se puede expresar como.

$$F(x) = F_1(x)[p + (1-p)F_2(x)]$$

donde $F_1(x)$ y $F_2(x)$ son, respectivamente, las funciones de distribución de probabilidad de los gastos máximos anuales producidos por tormentas ciclónicas y de los producidos por ellas, y p es la probabilidad de que en un año cualquiera el gasto máximo no sea producido por una tormenta ciclónica. El número de parámetros de la función anterior es:

$$n = n_1 + n_2 + 1$$

donde n_1 = número de parámetros de $F_1(x)$, n_2 = número de parámetros de $F_2(x)$ y el parámetro restante es p . El valor de p será entonces:

$$p = \frac{N_n}{N_T}$$

donde N_n es el número de años de registro en que el gasto máximo no se produce por una tormenta ciclónica y N_T es el número total de años de registro.

$F_1(x)$ y $F_2(x)$ son del tipo Gumbel, por lo que la función de probabilidad queda así:

$$F(x) = \exp^{-\exp^{-\alpha_1(x-\beta_1)}} [p + (1-p) \exp^{-\exp^{-\alpha_2(x-\beta_2)}}]$$

donde α_1 y β_1 son los parámetros correspondientes a la población no ciclónica y α_2 y β_2 corresponden a la ciclónica

Distribución Gamma de dos parámetros.

La función de densidad de probabilidad gamma de dos parámetros se define como:

$$f(x) = \frac{x^{\beta-1} \exp^{-\frac{x}{\alpha}}}{\alpha^{\beta} \Gamma(\beta)}$$

donde α y β son los parámetros de la función y $\Gamma(\beta)$ es la función Gamma.

Los parámetros α y β se evalúan a partir de los n datos medidos, mediante las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{s^2}{x}$$

$$\beta = \left(\frac{x}{s}\right)^2$$

donde x y s son respectivamente, la media y desviación estándar de los datos.

Por lo tanto, la función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \int_0^x \frac{x^{\beta-1} \exp^{-\frac{x}{\alpha}}}{\alpha^{\beta} \Gamma(\beta)} dx$$

Distribución Exponencial con dos parámetros.

La función de distribución exponencial con dos parámetros se define como:

$$F(x) = \int_0^x 1 - \exp^{-\left[\frac{x-x_0}{\beta}\right]} dx$$

y la función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp^{-\left\{\frac{x-x_0}{\beta}\right\}}$$

donde: x_0 , es el parámetro de ubicación y
 β , el parámetro de escala.

Los valores estadísticos de la media, varianza y sesgo respectivamente, se determinan a través de las siguientes ecuaciones.

$$\bar{x} = x_0 + \beta$$

$$s^2 = \beta^2$$

$$g = 2$$

La variable estandarizada que se utiliza para esta distribución es:

$$y = \frac{x - x_0}{\beta}$$

Por lo que la función de distribución y la función de densidad de distribución son:

$$G(y) = 1 - \exp^{-y}$$

$$g(y) = \exp^{-y}$$

La estimación de parámetros de ubicación y de escala por momentos se hará a través de las siguientes ecuaciones:

$$\beta = s$$

$$x_0 = \bar{x} - s$$

donde: s , es la desviación estándar de la muestra.

Finalmente, con el método de máxima verosimilitud, la estimación de parámetros se realizará con las ecuaciones:

$$x_0 = x_{(1)} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - x_{(1)}}{n-1} \right)$$

$$\beta = \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_i - x_{(1)}}{n-1} \right]$$

donde $x_{(1)}$, representa el primer valor de la muestra ordenada de menor a mayor.

Con el ajuste anterior se establece la distribución de probabilidad más frecuente y se obtienen los eventos de diseño para diferentes periodos de retorno.

Análisis de Varianza.

El análisis de varianza es la prueba estadística que sirve para demostrar si dos variancias muestrales provienen de la misma población. Este concepto es muy útil en la regionalización ya que permite discriminar cuáles variables son significativas en un modelo de regresión. En este caso las poblaciones analizadas deben tener una distribución de probabilidad Normal.

Esta prueba se basa en que el estadístico de prueba sigue la distribución F.

Las principales características de esta distribución son:

1. Un elemento específico de la familia esta determinado por dos parámetros, los grados de libertad en el numerador y en el denominador
2. El valor de F no puede ser negativo.
3. La distribución F es una distribución continua.
4. La curva que representa una distribución F tiene un sesgo positivo.
5. Sus valores son del 0 a infinito y tiene un comportamiento asintótico sobre el eje x.

II.2 ANÁLISIS REGIONAL.

La Regionalización es empleada en la Hidrología para facilitar la transferencia de información desde lugares con un mayor número de registros, a sitios cuyos registros son escasos o nulos. El proceso de regionalizar abarca una serie de detalles que deben cuidarse para lograr una confiable y exitosa estimación de los eventos a predecir.

Existe una gran cantidad de métodos para regionalizar, sin embargo en este capítulo se tratarán solo los más frecuentemente utilizados, tales como:

Método de las estaciones año.

El objetivo de este método es obtener una ecuación regional que mejore la estimación en los sitios base del análisis o inferir información en una cuenca no aforada.

Este es un método de extensión de longitud de registro asociada a una curva de frecuencia en la estación, basado en la hipótesis de que el número de datos registrados en cada estación pueden ser sumados, dicho en otras palabras, si se tiene un registro de 50 datos en 100 estaciones diferentes, eso equivale a generar un registro total de 5,000 datos en una simple estación.

Sin embargo, se tienen que considerar 2 importantes objeciones: La primera es que no se pueden tener registros demasiado grandes, tales como de miles de años, y segunda todas las estaciones en estudio deberán tener la misma distribución de frecuencias.

Finalmente, las estaciones deberán corresponder a una región meteorológicamente homogénea

Secuencia.

1. Para cada una de las estaciones base se calculan sus estadísticos tales como media, varianza, desviación estándar, sesgo y curtosis
2. Los valores para cada muestra son estandarizados por medio de la ecuación:

$$Z_i^j = \frac{X_i^j - X_j}{s}$$

Donde.

X_j , Media de los gastos de cada estación base.

s , Desviación estándar de los datos

Para $j=1$ hasta el número de estaciones base.

3. Se obtiene una muestra total de $n \times m$, donde n es el número de años de registro y m el

número de estaciones.

4. La muestra total es ordenada de mayor a menor y se le asigna un período de retorno T , y una probabilidad de ocurrencia.
5. Se realiza un análisis de frecuencia y se selecciona la distribución de probabilidad que aporte el mínimo error estándar de ajuste
6. En sitios no aforados, los valores de la media y la desviación estándar en un sitio en particular son obtenidos.
7. Se ajustan por medio de una regresión simple los estadísticos media y desviación estándar de las estaciones base
8. Se obtienen los eventos de diseño con la distribución de probabilidad utilizada

Método de la avenida índice.

Secuencia:

1. Seleccionar cuencas dentro de la región que tengan características similares en el sitio de estudio
2. Determinar el tiempo base.
3. Establecer curvas de frecuencia en cada estación.
4. Estimar el gasto medio anual $q_{2.33}$ en cada estación.
5. Probar la homogeneidad de los datos.
6. Establecer la relación entre el gasto medio anual y las características de la cuenca (área).
7. Ordenar las relaciones entre los gastos pico y la media anual
8. Calcular la mediana para cada intervalo de recurrencia y multiplicar por la descarga media anual estimada en la cuenca no aforada

Método de box-cox de una potencia.

Secuencia:

1. Se eligen los registros de las estaciones en estudio.
2. Se normaliza la muestra, obteniéndose una curtosis de 3 o un sesgo nulo (Distribución Normal) La ecuación utilizada es

$$f(x) = \frac{x^T - 1}{T}$$

Válida para T entre -4 y 4

si $T = 0$, $f(x) = \ln x$

3. Se obtiene un promedio de T y se vuelve a normalizar la muestra.
-

4. Se realiza un ajuste de Área contra Media y Área contra Desviación
5. Se obtienen los eventos de diseño de la cuenca no aforada, utilizando la Distribución de Probabilidad Normal.

Método de correlación múltiple asociado a las características fisiográficas mas significativas.

Secuencia:

1. Se obtienen las características fisiográficas más significativas de las cuencas aforadas.
2. Se normaliza la muestra.
3. Se obtienen los eventos de diseño de las cuencas aforadas y se normalizan.
4. Se realiza una correlación múltiple. Se obtienen los eventos de diseño de la cuenca no aforada considerando la desnormalización de los datos.

para muestras relativamente pequeñas, donde μ_y y σ_y se muestran en la tabla 9.6.

Ejemplo 9.5. Resolver el ejemplo 9.2 usando la función de distribución Gumbel.

Tabla 9.6

n	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

