

REGIMEN PLUVIOMETRICO

Juan ESTRADA AVALOS (1)

Christophe BOUVIER (2)

Luc DESCROIX (3)

Introducción.

Ubicada en las mesetas continentales del Norte de México, la Región Hidrológica 36 (RH 36) tiene clima semiárido en la mayoría de su superficie, pero en su parte occidental, se apoya en la Sierra Madre, que se caracteriza por un clima subhúmedo de montaña (ver capítulo de Variabilidad de los Elementos del Clima).

De hecho, la pluviometría tiene gran variabilidad espacial, y disminuye de 900 mm en la parte alta de la cuenca Nazas en el parteaguas con el Pacífico, a menos de 200 mm en las lagunas endorréicas de Viesca y de Mayrán; las isoyetas de 500 mm y 300 mm son bastante representativas para dividir la RH en tres subregiones geoclimáticas (Figura 1):

- Una parte alta con más de 500 mm en la Sierra Madre Occidental, que es zona montañosa y forestal;
- Una zona intermedia con una pluviometría de 300 a 500 mm que abarca la cuenca del Aguanaval y la parte media de la cuenca del Nazas;
- Una parte baja semiárida y árida con pluviometría inferior a los 300 mm, y a veces de menos de 200 mm, como en el centro de las Lagunas de Viesca y Mayrán; es una zona árida con abastecimiento generado río arriba.

La variación espacial de la lluvia se debe esencialmente al gradiente pluviométrico altitudinal y a su distancia con el Océano Pacífico. Esta se pudo caracterizar con los datos de sesenta estaciones climatológicas repartidas en toda la RH; muchas de éstas tienen datos desde más de 20, 30 y aún 50 años (Figura 2).

La variación interanual también es importante, y como se sabe, se incrementa en las regiones áridas; se entiende como un parámetro exagerado de la aridez. La red pluviométrica actual permitió conocer las lluvias, máximas diarias, y se nota que éstas aumentan de la Sierra Madre hacia las lagunas, cuando disminuye la pluviometría media anual. Al contrario, la precipitación anual centenal disminuye, como el promedio anual, con la altitud.

(1) Investigador CENID-RASPA INIFAP-SARH. Gómez Palacio, Dgo.

(2) Investigador ORSTOM. Cd. de México.

(3) Investigador ORSTOM. Gómez Palacio, Dgo.

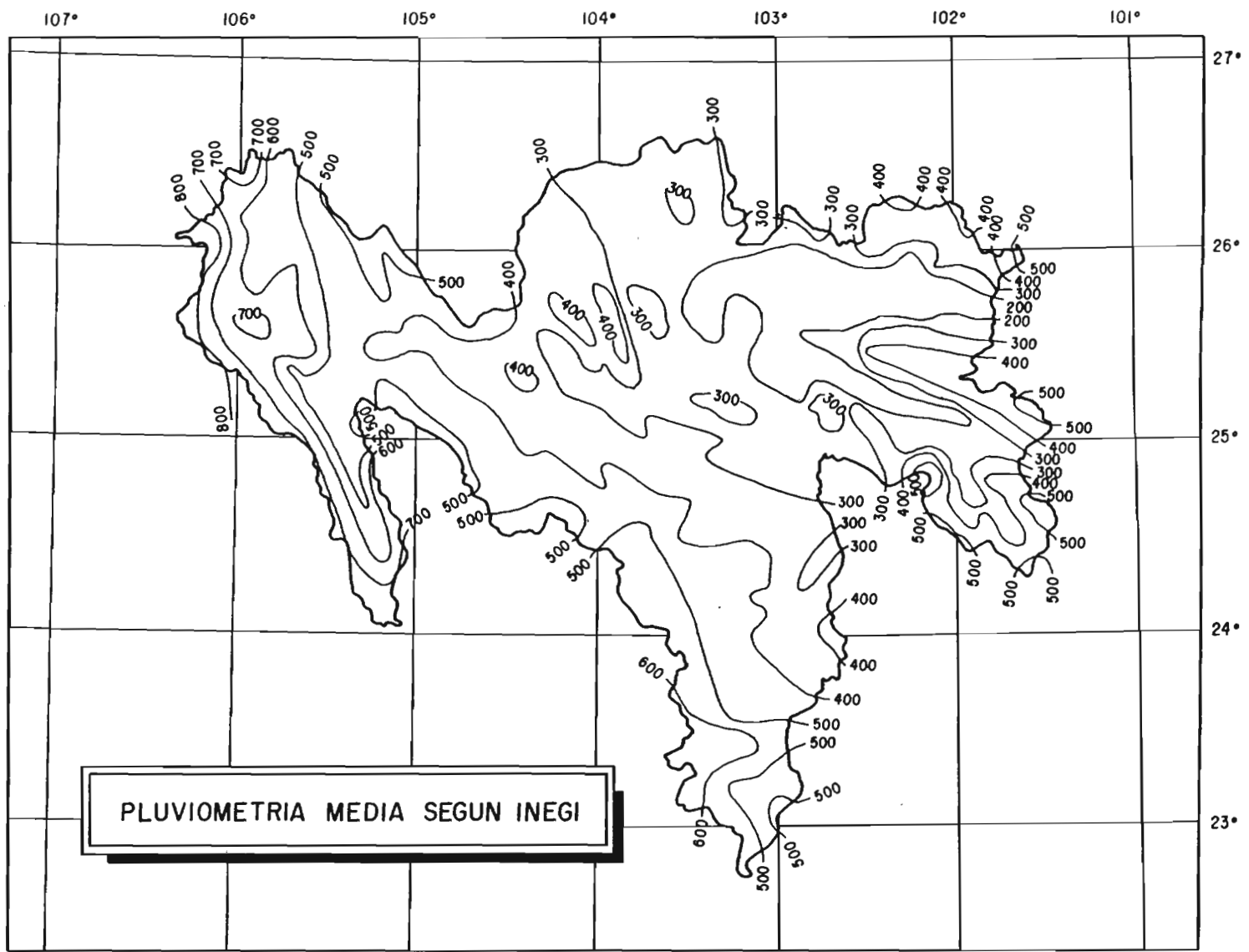


Figura 1

Precipitación media anual en la RH 36 (INEGI 1980).

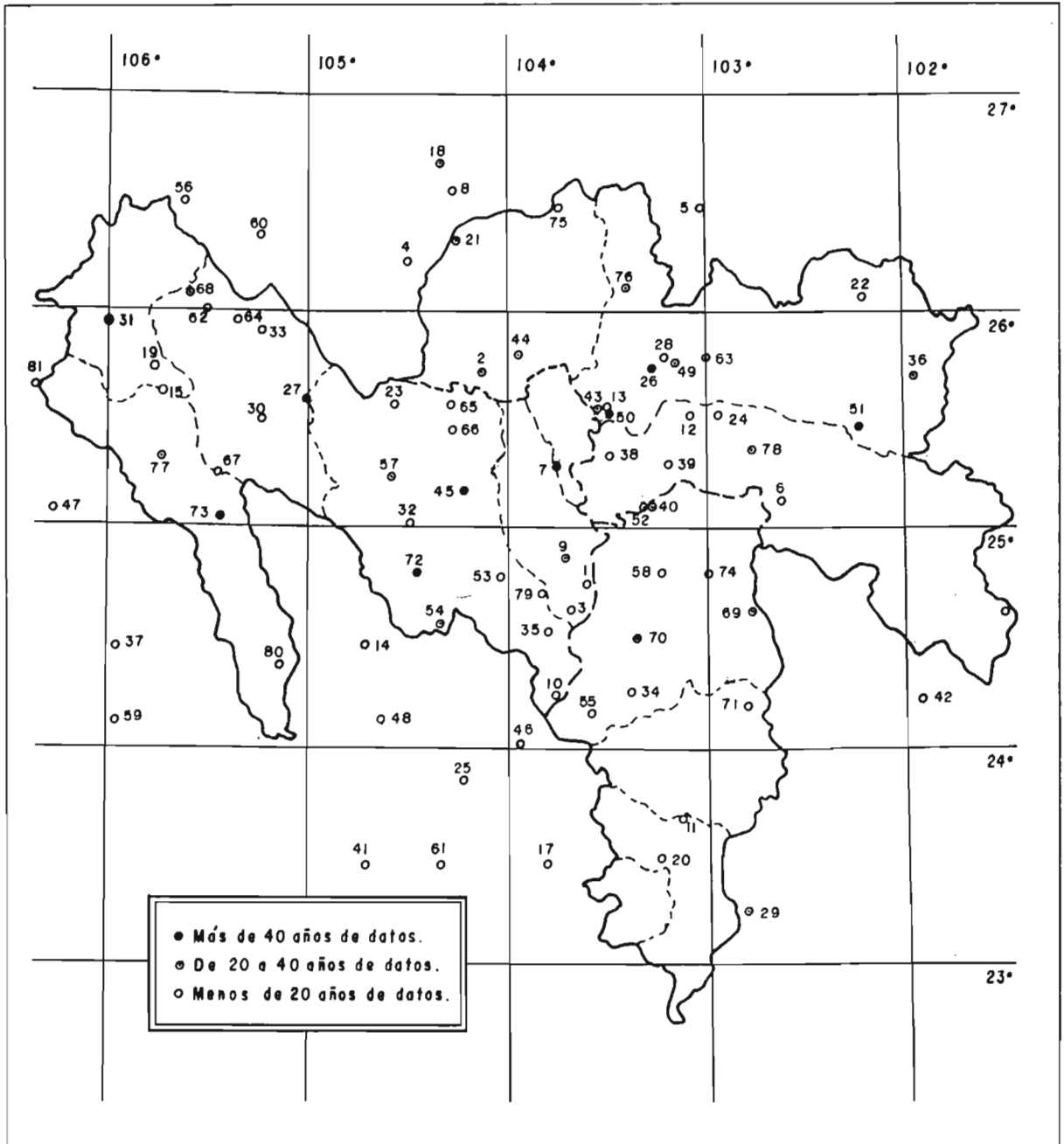


Figura 2

Ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas en la RH 36, (ver Anexos 1 y 2).

En este reporte se realizó, sobre todo, un estudio estadístico completo de las lluvias anuales relacionadas a su repartición geográfica y sobre todo las cantidades de agua con que se pueda contar en un tiempo dado; de esta forma se conoce mejor el mayor parámetro del escurrimiento pudiéndose proveer una modelación de los volúmenes precipitados. La densidad de pluviómetros es mayor en las zonas pobladas y menor en la sierra, a pesar de su mayor pluviometría, sin embargo, permite conocer los rasgos esenciales de su distribución espacial.

Inventario de las Estaciones Climatológicas.

Dentro de la RH 36, se ubican un poco más de 70 estaciones climatológicas, las cuales son controladas en su mayoría por las Gerencias Regionales de CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) en la Comarca Lagunera y Estado de Zacatecas, mientras que una pequeña proporción es controlada por organismos educativos o de investigación.

En esta primera fase de inventario se han acopiado y capturado en archivos de computadora los registros mensuales de 70 estaciones, de las cuales 67 se ubican dentro de la RH 36. Las variables que se consideraron fueron: Precipitación pluvial (total mensual, la máxima y mínima diaria del mes). Las principales características de las estaciones inventariadas se presentan en el Anexo 1, mientras que en el Anexo 2 se muestran los períodos con años completos de información. A cada estación se le asigna un número que corresponde al presentado dentro de la Figura 2.

Durante una fase posterior del proyecto se analizarán los datos diarios de precipitación, para lo cual serán consideradas un grupo de 30 estaciones que se ubican en los alrededores de la RH 36, además de las existentes dentro de la misma.

En el presente estudio, el análisis crítico de la precipitación se realizó únicamente con los datos existentes sin llegar a la estimación de los datos faltantes, dado que para este punto se requiere, en algunos, casos la información de las estaciones adyacentes a la RH 36.

Otro aspecto que fue cubierto en esta fase de inventario fue el recorrido de campo en la Región, en el cual se visitaron algunas de las estaciones climatológicas con la finalidad de conocer el estado y ubicación de las mismas. Asimismo, se determinaron las coordenadas geográficas y UTM (Universal Transversa de Mercator) a partir de la información cartográfica de INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) a la escala de 1:250,000. Las coordenadas serán utilizadas para elaborar posteriormente planos de isovalores considerando los registros de las variables.

Análisis de Doble Masa.

En este análisis se verifica la consistencia de los datos pluviométricos para cada una de las estaciones con el objeto de detectar las posibles anomalías así como los cambios de lugar u observador que afectan las mediciones. Este procedimiento se basa en la comparación de la

precipitación acumulada de una estación, con los datos concurrentes y acumulados de otra estación cercana con buena calidad de observación, o bien con el promedio de un grupo de estaciones que se ubican a su alrededor.

Para llevar a efecto este análisis se procedió a realizar una clasificación *priori* de toda la RH 36, formando grupos de estaciones y seleccionando a la vez una estación principal para cada grupo que sirviera de referencia en la comparación. Las estaciones principales se escogieron por su confiabilidad, periodo de observación y ubicación. Esta información resulta indispensable dentro de la estructuración del modelo de escurrimientos superficiales. El grupo de estaciones se utilizó, como se verá posteriormente, para determinar las funciones de distribución de las lluvias totales anuales y de las máximas diarias anuales, así como para observar el comportamiento cronológico de la lluvia y su distribución mensual durante el año.

Para cada grupo de estaciones se realizó el análisis de doble masa graficándose simultáneamente todas las estaciones y determinándose la pendiente para cada estación con respecto a la estación principal. A continuación se enlistan cada una de las estaciones que encabezan los grupos, así como sus números correspondientes para su ubicación en la Figura 2.

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| - Santiago Papasquiari (73) | - Parras (51) |
| - Guanacevi (31) | - El Cuije (26) |
| - El Palmito (27) | - Presa la Flor (52) |
| - Nazas (45) | - Santa Clara (70) |
| - San Juan del Río (71) | - Fresnillo (29) |
| - Ceballos (8) | - Cuencame (9) |

Comparación de Grupos.

El procedimiento para cada uno de los grupos consistió en comparar los valores acumulados de la precipitación anual con los valores acumulados correspondientes al de la estación principal. Posteriormente, los valores de todas las estaciones se graficaron simultáneamente con la finalidad de identificar variaciones en las observaciones. En el caso de que alguna estación mostrara variabilidad en sus datos, el siguiente paso será graficarla, con respecto del promedio de las demás estaciones consistentes. Aunado a lo anterior fueron determinados los coeficientes de las ecuaciones lineales para los datos acumulados, conociéndose la pendiente y origen de los mismos.

A continuación se describen 4 de los grupos más representativos para la RH: Guanacevi, para la parte alta de la cuenca Nazas; Cuencame y Fresnillo para la parte media del Nazas y Aguanaval, respectivamente y El Cuije para la parte baja de toda la RH.

- Guanacevi.

En este grupo se compararon las estaciones de Cienega de Escobar (15), El Zape (19), Tarahumar (81), Sardinias (68) y San Bernardo (62) con respecto a la estación Guanacevi. Los datos acumulados comparativos se muestran en la Figura 3, en la cual se puede apreciar que no existen cambios significativos en la pendiente de los datos de las estaciones, la estación Tarahumar que se muestra diferente al resto de las estaciones debido a que se trata de una

estación más húmeda que Guanacevi. En el Cuadro 1 se resumen las características de las ecuaciones para cada una de las estaciones. Los valores más bajos de pendiente (estaciones más secas con respecto a Guanacevi), los obtuvieron las estaciones de Sardinias y San Bernardo con 17 y 11 años de comparación, respectivamente.

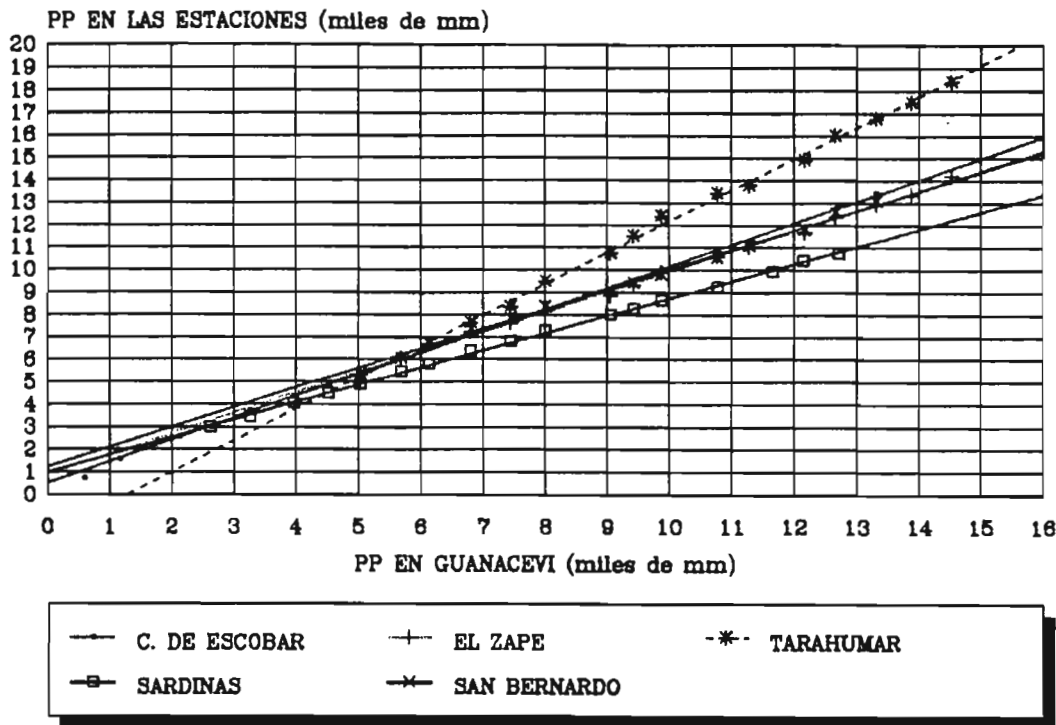


Figura 3

Comparación de los datos anuales de precipitación pluvial acumulada de 5 estaciones contra Guanacevi.

Cuadro 1

Características obtenidas para las ecuaciones lineales en las estaciones de C. de Escobar, El Zape, Tarahumar, Sardinias y San Bernardo.

	Escobar	El Zape	Tarahumar	Sardinias	San Bernardo
No. de observaciones	22	13	16	17	11
Constante	528.69	884.78	-1,774.64	1,017.33	1,232.58
Coefficiente de X	0.964	0.903	1.392	0.770	0.877

-Cuencamé.

El grupo se encuentra formado por las estaciones de Atotonilco (3), Yerbanis (79), 12 de Diciembre (1), Peñón Blanco (53), Luis Moya (35) y Cuauhtémoc (10). En este caso todas las estaciones mostraron consistencia en sus datos con excepción de la estación de Atotonilco (Figura 4), presentando además la menor pendiente al tener un coeficiente de X de 0.764, Cuadro 2.

Esta estación se encuentra localizada al centro de las de su grupo, por lo que se promediaron los años concurrentes de todas las estaciones para compararlos con los acumulados correspondientes, sin embargo, la irregularidad en sus observaciones se mantuvieron. Se tiene conocimiento de que esta estación no ha cambiado su ubicación y equipo, por lo que su inconsistencia pueda deberse a otro tipo de factores los cuales debran de ser corroborados.

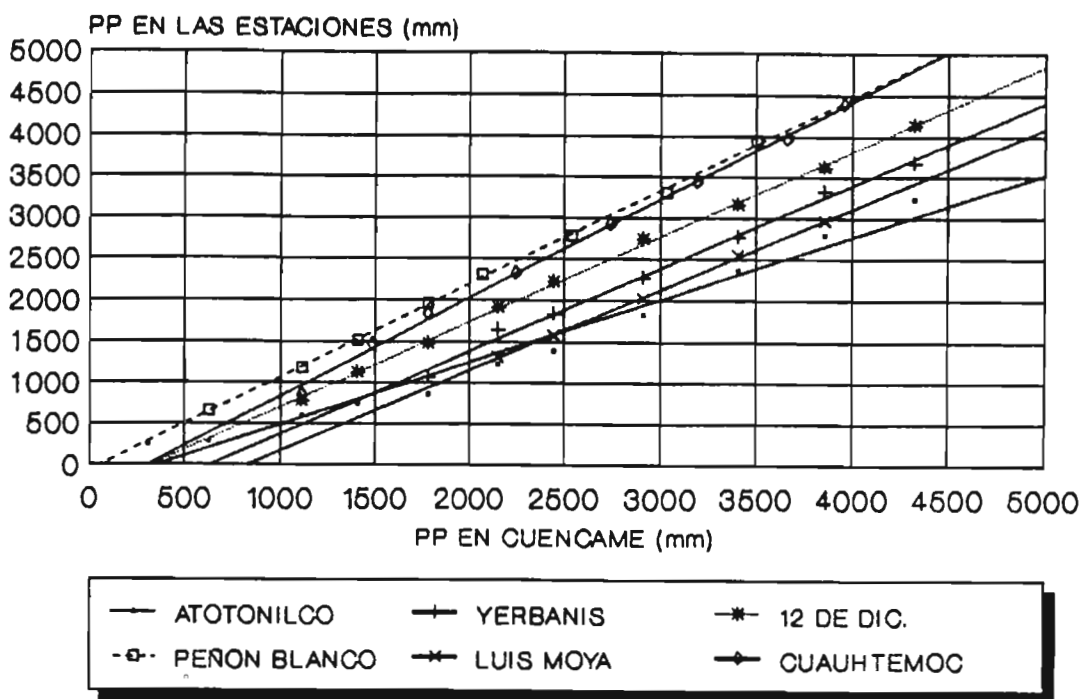


Figura 4

Precipitación anual acumulada de la estación Cuencamé contra Atotonilco, Yerbanis, 12 de Diciembre, Peñón Blanco, Luis Moya y Cuauhtémoc.

Cuadro 2

Características obtenidas lineales las estaciones contra Cuencamé.

	Atotonilco	Yerbanis	12 de Dic	P. Blanco	L. Moya	Cuahutemoc
No. de observaciones	11	7	9	8	5	8
Constante	-278.82	-732.83	-334.74	-73.48	-815.48	-373.20
Coefficiente de X	0.764	1.048	1.039	1.134	0.982	1.199

- Fresno.

En este caso el grupo esta formado por las estaciones de Cazadero (11) y El Sauz (20), mostrándose en la Figura 5 la buena consistencia que existe entre ellas. En el cuadro 3 se observan las características obtenidas de las ecuaciones lineales, observándose ligeramente más húmeda la estación del Sauz (pendiente = 1.02) que la estación Cazadero (pendiente = 0.947).

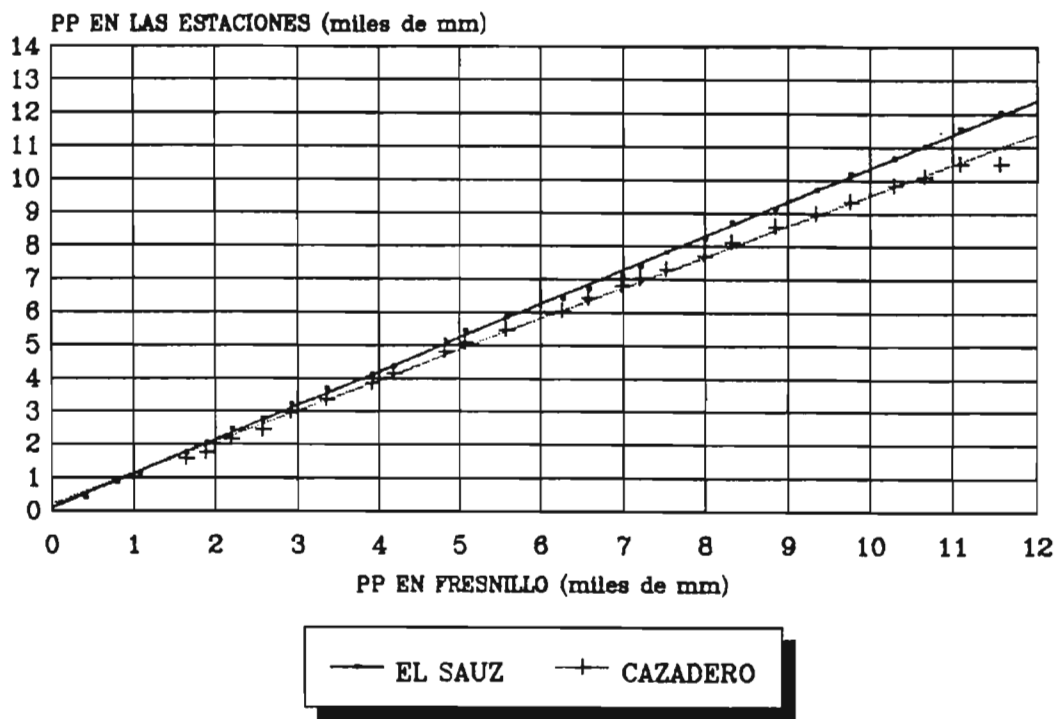


Figura 5

Comparación de las precipitaciones acumuladas de las estaciones El Sauz y Cazadero contra Fresno.

Cuadro 3

Características obtenidas para las estaciones del Sauz y Cazadero contra Fresno.

	El Sauz	Cazadero
No. de observaciones	28	24
Constante	94.75	93.19
Coefficiente de X	1.027	0.947

- El Cuije.

En este análisis, los datos de la estación El Cuije se compararon con las estaciones de San Pedro, Coahuila (63) y Tlahualilo (76), encontrándose buena consistencia en sus datos (Figura 6). En el Cuadro 4 se puede observar que ambas estaciones son más húmedas que las del Cuije, con pendientes mayores a la unidad.

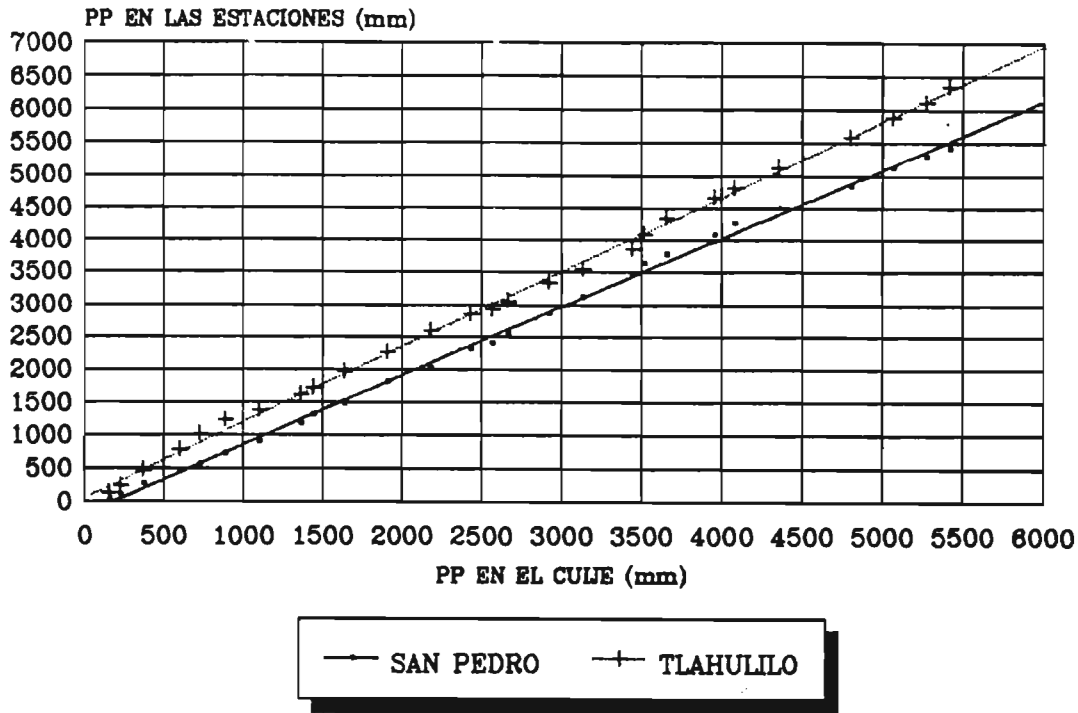


Figura 6

Datos anuales acumulados de las estaciones San Pedro y Tlahualilo contra El Cuije.

Cuadro 4

Características de las estaciones de San Pedro y Tlahualilo.

	Tlahualilo	San Pedro
No. de observaciones	26	26
Constante	123.2	-82.6
Coefficiente de X	1.146	1.057

De esta forma se realizaron los análisis para cada una de las estaciones pluviométricas de la RH 36. Posteriormente fueron calculados sus promedios anuales hasta 1992, que sirvieron en la elaboración de las isoyetas que se muestran en la Figura 7. Sin embargo, su utilización se encuentra limitada ya que no se consideran los promedios de las estaciones ubicadas fuera de la RH 36.

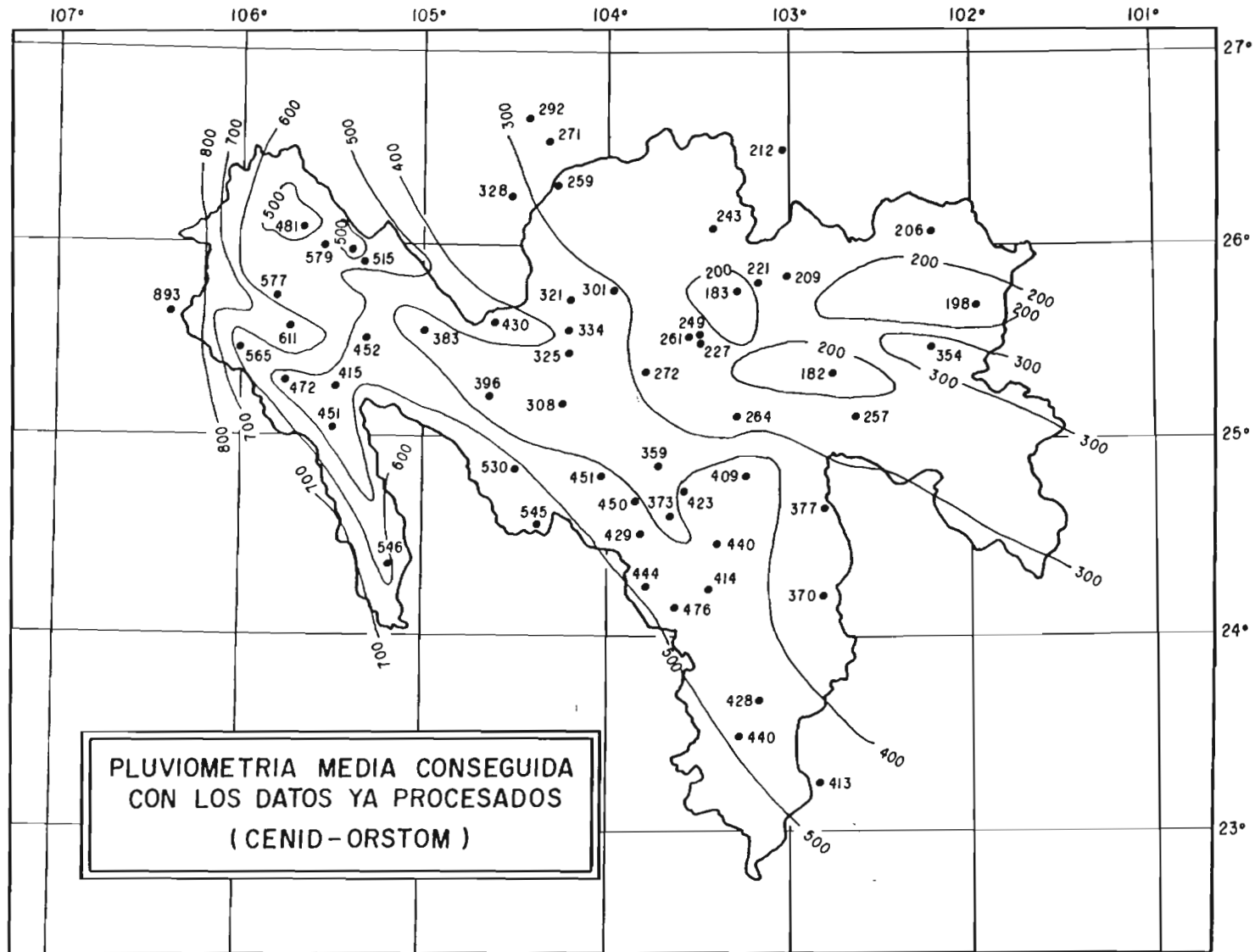


Figura 7

Isoyetas medias anuales en la RH 36 (CENID RASPA - ORSTOM, 1993).

Distribución Cronológica de la Lluvia.

- Distribución anual.

Con el objeto de observar el comportamiento de la lluvia interanual dentro de la RH 36, se seleccionaron las principales estaciones del análisis de doble masa, comparándose los porcentajes de variación de la lluvia con respecto a la media de cada estación.

Para las estaciones de Santiago Papasquiario (73), Guanacevi (31) y Palmito (27) (parte alta de la cuenca Nazas), se puede apreciar **un periodo seco bien definido que comienza en el año de 1950 y termina en el 1957**, con excepción del año de 1955, donde la lluvia fue ligeramente superior al promedio para las estaciones de Palmito y Santiago Papasquiario, (Figura 8). Posteriormente el comportamiento se presenta en forma aleatoria hasta el año de 1966, a partir del cual presentan 3 años con precipitaciones superiores a la media con excepción de la estación Santiago Papasquiario en el año de 1966. Durante la década de los 70's se puede apreciar un comportamiento aleatorio de la precipitación, en las tres estaciones, sin embargo, no se muestran grandes variaciones en el porcentaje con respecto al valor medio. En los datos presentados se observa **una tendencia donde predominan los años húmedos a partir del año de 1984 a 1990**.

De la parte media del Nazas se seleccionaron estaciones Nazas (45) y Cuencame (9) con registros de 1939 a 1989. En estas dos estaciones se observa que el **período seco de 1950 a 1957** que se presenta en la parte alta de la cuenca, en este caso **comienza desde al año de 1946**, teniendo como excepción el año de 1951 donde la precipitación ocurrida fue ligeramente superior a la media, (Figura 9). Posteriormente se observa un comportamiento aleatorio de los años secos y húmedos hasta el año de 1984, a partir del cual se presentan a lo menos **4 años húmedos** en forma consecutiva. Asimismo, se aprecia una mayor amplitud en el porcentaje de variación con respecto a las estaciones ubicadas en la parte alta de la cuenca.

Hacia la parte baja de la cuenca Nazas se localiza la estación Cañón de Fernández (7) y dentro de la Laguna de Mayran las estaciones de Parras (51), El Cuije (26) y Presa Coyote (50), (Figura 10). En términos generales se puede decir que el comportamiento de la lluvia es similar en estas estaciones, en las cuales se observa un periodo que va de **1944 a 1965 en los que predominan los años secos**, solo con excepción de algunos años húmedos tales como 1958, y un segundo **a partir de 1966 a la fecha en el cual los años húmedos** se han presentado más frecuentemente. En el caso de la estación Parras, el comportamiento en este segundo período se presenta en forma más aleatoria.

Para las partes alta y media de la cuenca Aguanaval no se identifican variaciones significativas en el comportamiento de la lluvia, con la excepción del **período de 1979 a 1983, donde los años secos predominan**. Esto se puede observar en las estaciones de Santa Clara (70) y San Juan de Guadalupe (69) en la parte media y para El Cazadero (11) y El Sauz (20) en la parte alta, Figura 11.

- Distribución mensual.

La distribución de la precipitación a través del año representa también un aspecto importante dentro del estudio de los escurrimientos superficiales. De esta forma y con el objeto de establecer el patrón de ocurrencia a nivel mensual, se seleccionaron 17 estaciones pluviométricas distribuidas en la RH 36 de la siguiente forma: 10 estaciones en la cuenca alta (7

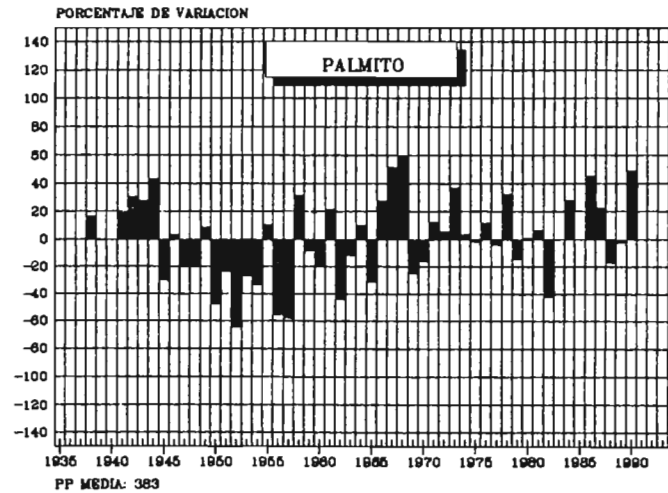
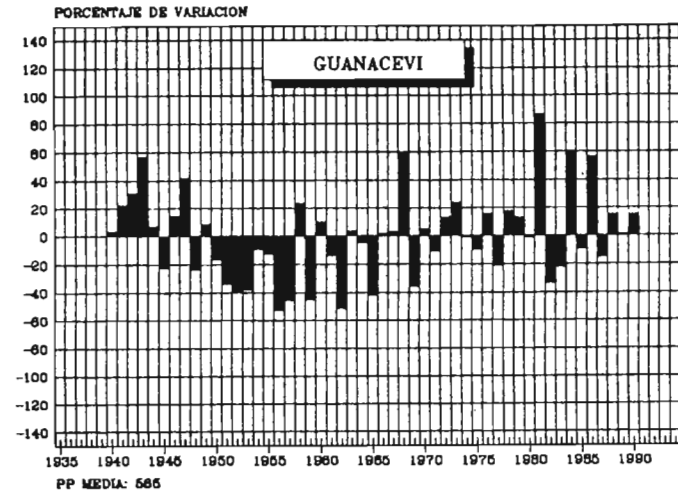
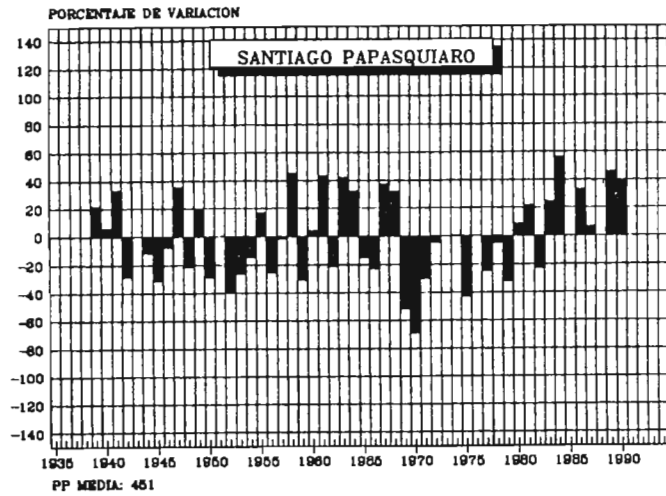


Figura 8

Comportamiento cronológico del porcentaje de variación de la lluvia con respecto a su media. Estaciones de Santiago Papasquiario, Guanacevi y El palmito.

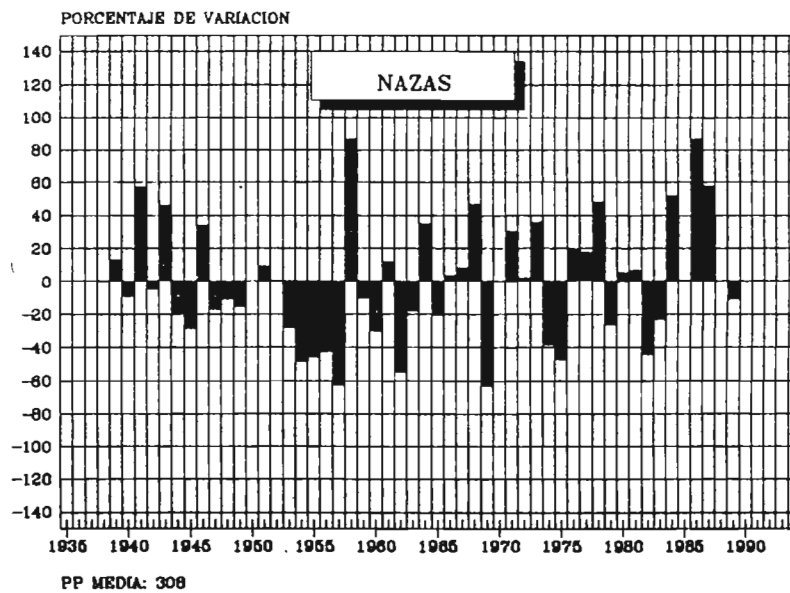
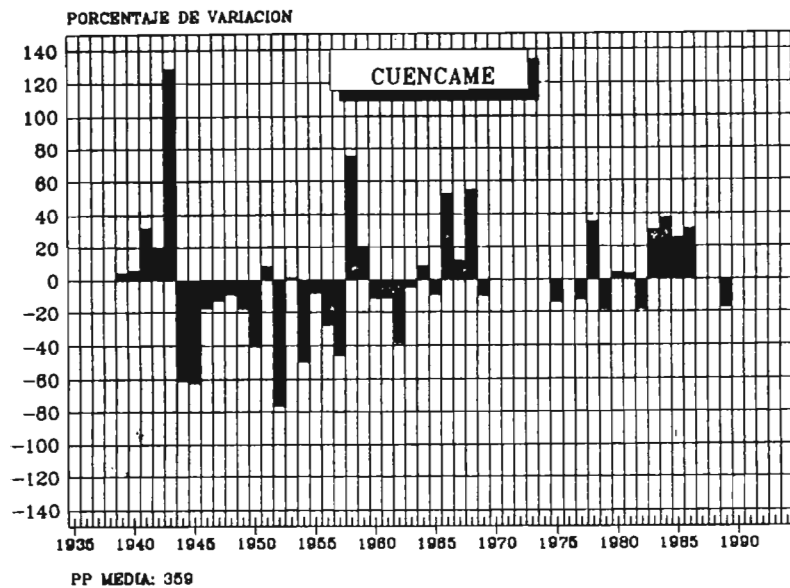


Figura 9

Comportamiento del porcentaje de variación de la lluvia con respecto a su media para las estaciones Cuencamé y Nazas.

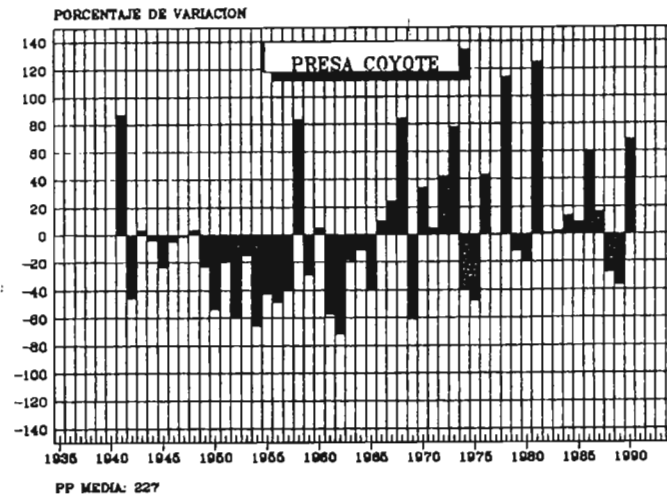
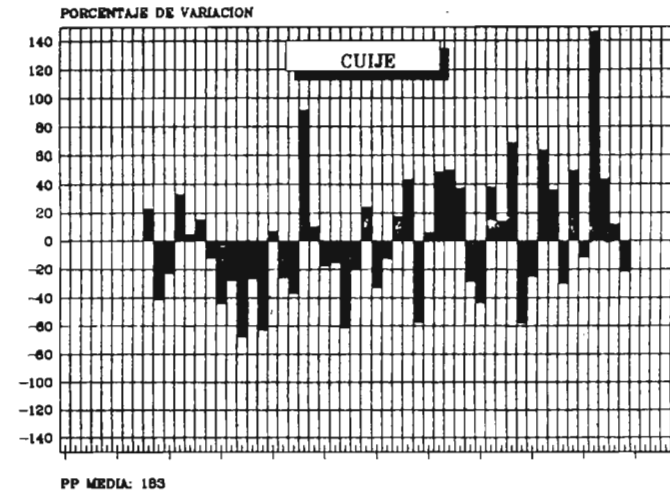
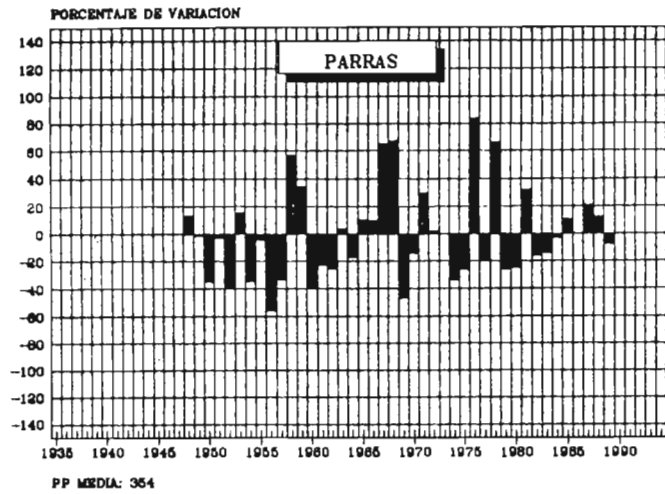


Figura 10

Comportamiento del porcentaje de variación de la precipitación para las estaciones Parras, El Cuije y Presa Coyote.

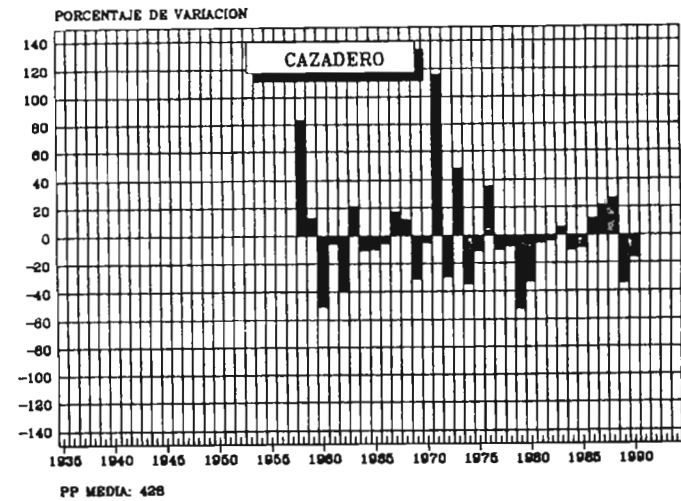
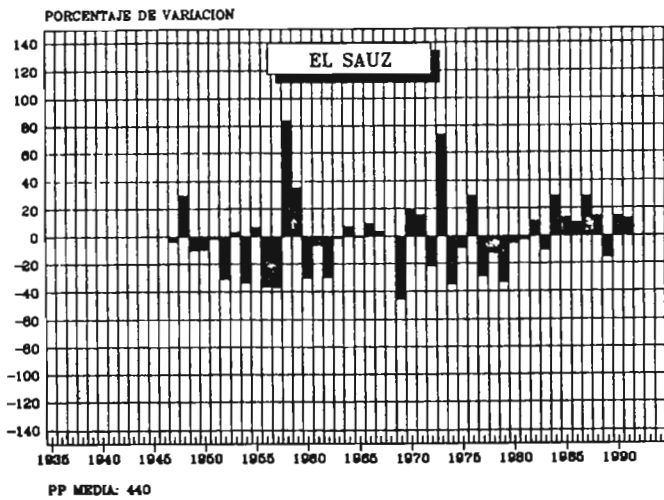
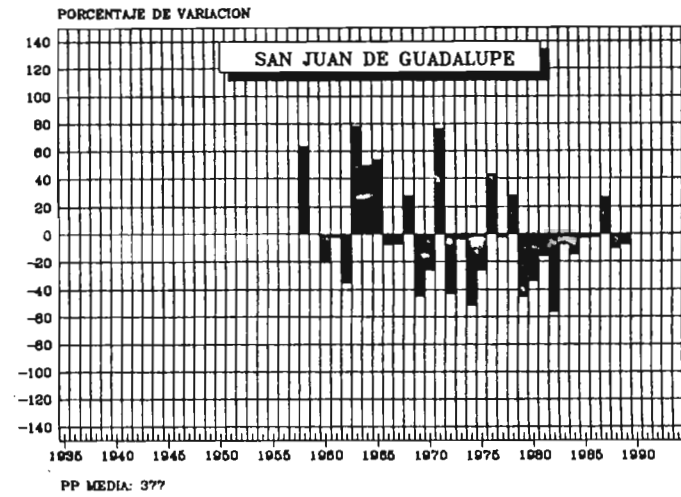
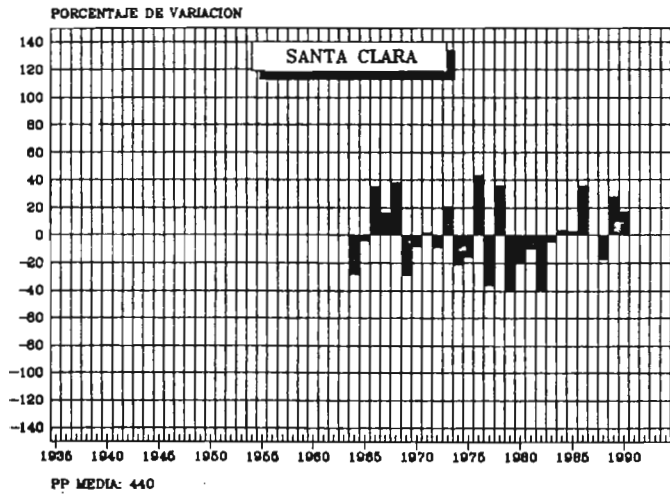


Figura 11

Distribución cronológica de la precipitación para las estaciones de Santa Clara, San Juan de Guadalupe, El Sauz y Cazadero.

para Nazas y 3 para Aguanaval), y las 7 restantes ubicadas en la cuenca baja (3 de ellas en el Bolson Sur).

En general la ocurrencia de la lluvia a través del año tiene un comportamiento similar dentro de la RH 36, con las mayores precipitaciones durante el verano y período seco en los meses de febrero a abril. Las lluvias del verano son las más importantes para los escurrimientos, porque además de ser las más abundantes, presentan una alta intensidad de precipitación debido a que la mayoría de ellas son consecuencia de tormentas originadas en el Océano Pacífico.

En el Cuadro 5 se presentan los promedios de las distribuciones mensuales para las estaciones seleccionadas en las partes alta y baja de la RH 36. En este cuadro se observa que mas del 80 por ciento de la precipitación pluvial se distribuye en los meses de mayo a octubre, mientras que en los meses de invierno (noviembre, diciembre y enero) solo ocurre el 10 por ciento.

Cuadro 5

Promedio de la distribución porcentual de la lluvia a través del año para las estaciones seleccionadas que se ubican en las partes alta y baja de la RH 36.

	Cuenca Alta		Cuenca Baja
	Nazas	Aguanaval	
Nov-Ene	8.2	10.8	10.2
Feb-Abr	3.4	5.2	5.9
May-Sep	88.4	84.1	83.9
Total	100	100	100

Para cada una de las estaciones ubicadas en la RH 36 se tienen promedios mensuales de precipitación con datos existentes hasta la fecha. En el Cuadros 6 se muestran otros promedios para 9 estaciones seleccionadas, así como los porcentajes de ocurrencia con respecto al total para la parte alta. En el de la parte baja se escogieron 8 estaciones (Cuadro 7)

En la parte alta se puede observar que los meses más húmedos son julio y agosto a diferencia del mes de marzo que resulta el mas seco en esta Región. En este caso la precipitación total de las estaciones varia desde los 567.6 mm (Guanacevi) hasta los 261.1 mm (La Flor) en su parte más baja.

Para la porcion media de la cuenca Nazas y cuencas alta y media de Aguanaval, se pueden encontrar similitudes entre estaciones en cuanto a la cantidad y distribución de la lluvia en el año. Tal es el caso de las estaciones Nazas (45) y Cuencame (9) (cuenca Nazas) y las estaciones San Juan de Guadalupe (69) y Santa Clara (70) (cuenca Aguanaval), Figura 12.

Para la parte baja se seleccionaron 7 estaciones pluviométricas, de las cuales 3 se ubican en el Bolson Sur. La distribución mensual en estas estaciones mostró que los meses mas húmedos son agosto y septiembre a diferencia de los meses de julio y agosto de la cuenca alta. La cantidad de precipitación varía desde los 368 mm en la estación Parras (51) (que presenta un clima particular dentro de Mayrán) hasta los 191 mm para El Cuije (26).

En la Figura 13 se aprecian las distribuciones de 4 estaciones ubicadas en el Bolson Sur (5 de mayo (2) y Mapimi (44)) y dos más en Mayrán (presa Coyote y Tlahualilo). En este caso la precipitación en el Bolson Sur resulta mayor en 20 mm para los meses de julio a septiembre comparadas con las estaciones de Mayrán.

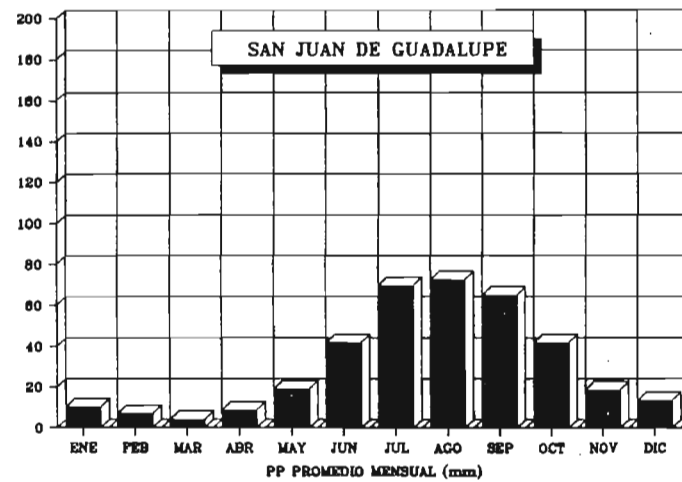
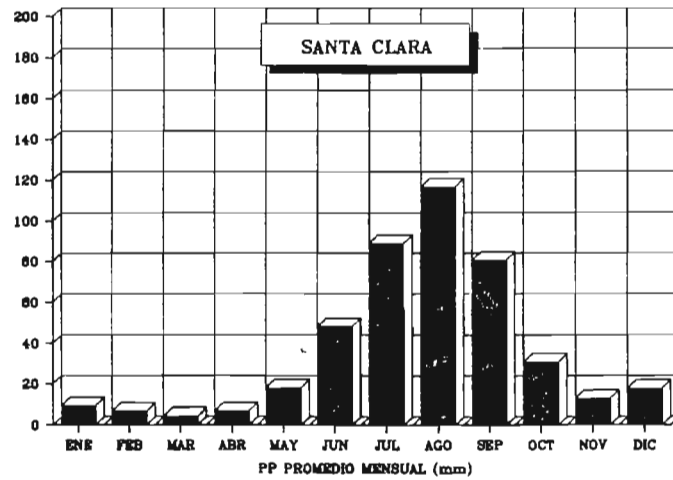
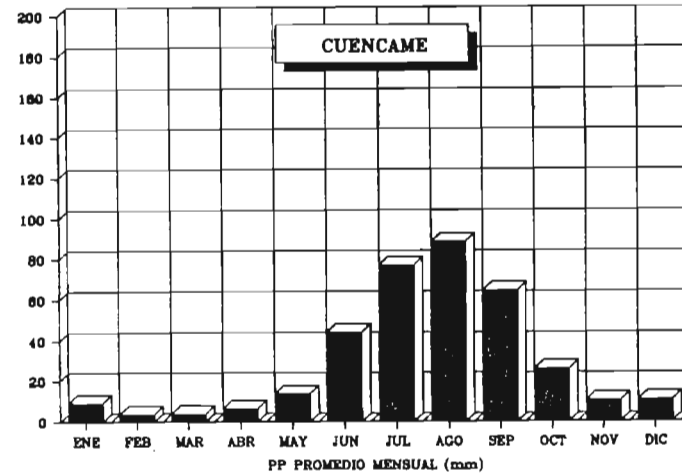
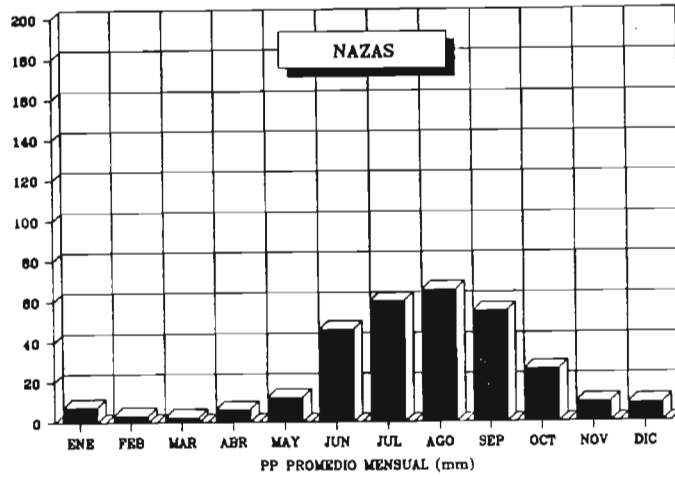


Figura 12

Similitudes de estaciones entre la parte media del Nazas y parte alta y media del Aguanaval.

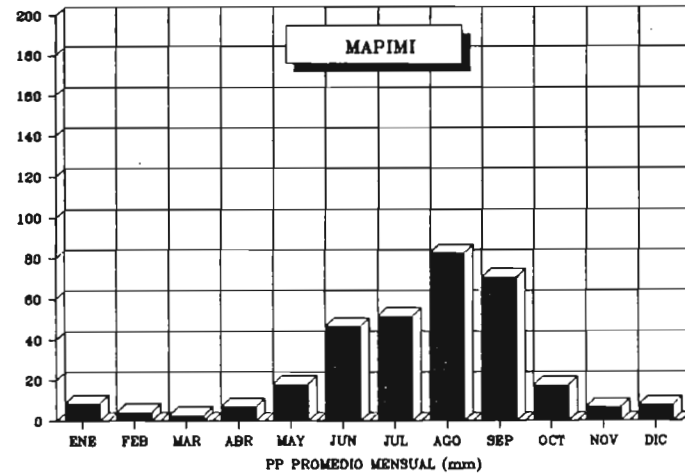
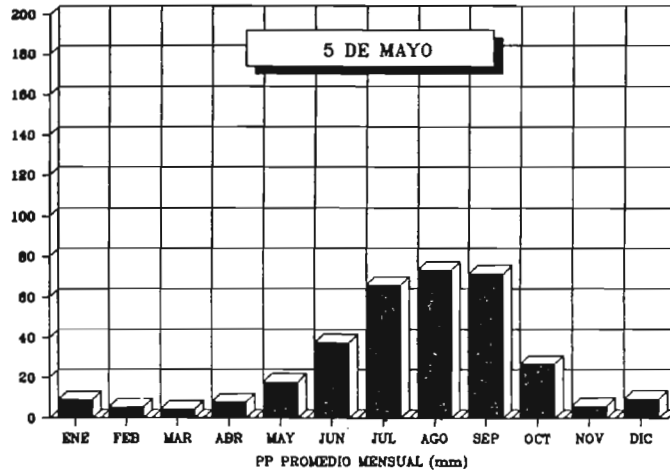
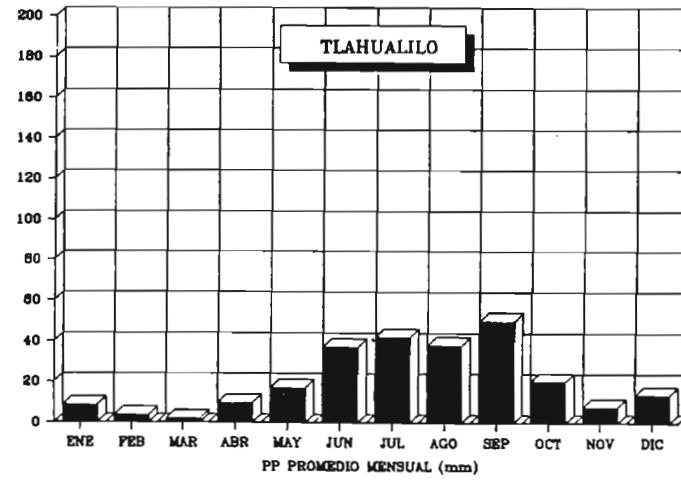
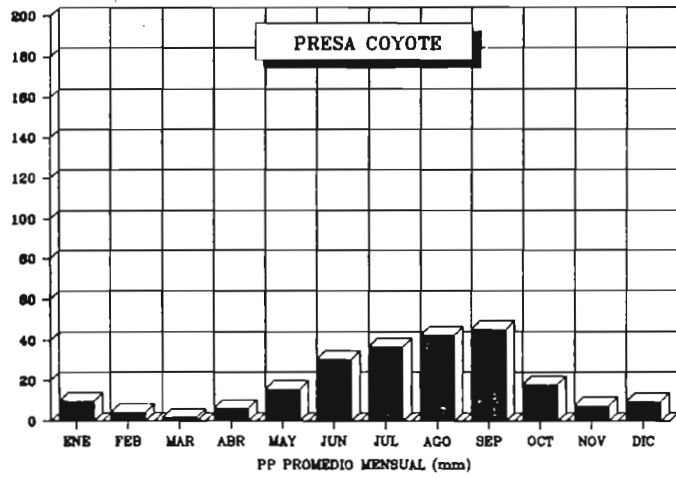


Figura 13

Distribución mensual de cuatro estaciones ubicadas en la parte baja de la RH 36.

Una distribución más particular del comportamiento de la lluvia a lo largo del cauce del río Nazas es el que se presenta en la Figura 14, donde se muestra la ocurrencia mensual de la precipitación para cuatro estaciones que se ubican en las cercanías del cauce de los ríos Santiago (Santiago Papasquiari) y Nazas (Palmito, Cañón de Fernández y El Cuije). Asimismo, agrupando estos datos en un solo gráfico se puede apreciar que no existen grandes diferencias durante los meses de enero a mayo y de noviembre a diciembre, mientras que para el período húmedo se observan diferencias que van desde los 30 mm a los 120 mm, en los meses de julio y agosto para las estaciones de El Cuije y Santiago Papasquiari, respectivamente.

Cuadro 6

Distribución mensual y porcentual de las precipitaciones para las estaciones de la parte alta de la RH 36.

Mes	Stgo. Papasquiari		Guanaceví		Palmito		Sn. Juan del Río		Nazas	
	PP Mes	%	PP Mes	%	PP Mes	%	PP Mes	%	PP Mes	%
Ene	10.4	2.2	20.5	3.6	6.7	1.7	15.3	3.0	7.6	2.5
Feb	3.8	0.7	10.3	1.8	2.8	0.7	10.0	1.9	3.4	1.1
Mar	3.5	0.8	6.7	1.2	1.4	0.4	3.6	0.7	2.5	0.8
Abr	2.5	0.5	5.6	1.0	3.4	0.9	6.1	1.2	6.6	2.2
May	7.4	1.6	9.1	1.6	10.0	2.6	16.5	3.2	12.3	4.0
Jun	56.9	12.2	59.4	10.5	52.9	13.8	67.0	13.1	45.7	15.1
Jul	121.2	26.0	130.5	23.0	88.7	23.3	118.7	23.1	59.8	19.7
Ago	120.2	25.8	133.2	23.5	98.4	25.7	122.4	23.9	65.3	21.6
Sep	84.8	18.2	114.4	20.2	77.7	20.3	90.1	17.6	54.9	18.1
Oct	28.5	6.1	38.6	6.7	25.8	6.7	38.0	7.4	26.1	8.6
Nov	10.8	2.3	13.0	2.3	7.6	2.0	11.4	2.2	9.9	3.3
Dic	16.8	3.6	26.3	4.6	7.2	1.9	13.9	2.7	9.0	3.0
Total	466.8	100	567.6	100	382.8	100	513.0	100	303.1	100

Mes	Cuencamé		Cañón de Fdz.		Sn. Juan de Gpe.		Sta. Clara	
	PP Mes	%	PP Mes	%	PP Mes	%	PP Mes	%
Ene	9.3	2.6	7.3	2.6	10.4	2.8	9.5	2.2
Feb	3.8	1.1	3.5	1.2	6.9	1.9	6.7	1.5
Mar	4.0	1.1	1.7	0.6	4.1	1.1	4.4	1.0
Abr	6.4	1.8	5.0	1.7	8.6	2.3	7.1	1.6
May	13.7	3.8	11.7	4.2	18.8	5.1	18.0	4.1
Jun	44.1	12.3	35.1	12.5	41.7	11.2	48.2	10.9
Jul	76.7	21.5	62.9	22.3	69.5	18.7	88.9	20.1
Ago	88.3	24.7	64.5	22.9	72.2	19.5	116.9	26.5
Sep	64.5	18.0	56.5	20.1	64.8	17.5	80.6	18.2
Oct	25.8	7.2	17.1	6.1	41.7	11.3	30.7	6.9
Nov	10.4	2.9	6.4	2.3	18.5	5.0	13.1	3.0
Dic	10.6	3.0	9.7	3.5	13.4	3.6	17.8	4.0
Total	357.4	100	281.4	100	370.7	100	441.7	100

Cuadro 7
 Distribución mensual
 y porcentual de las
 lluvias para las
 estaciones ubi-
 cadas en la parte
 baja de la RH 36.

Mes	Lerdo		5 de Mayo		Mapimi		Ceballos	
	PP	Mes %	PP	Mes %	PP	Mes %	PP	Mes %
Ene	8.5	3.3	9.2	2.7	8.7	2.7	11.0	3.9
Feb	4.6	1.8	5.5	1.6	4.4	1.3	6.1	2.1
Mar	2.3	0.9	4.5	1.3	2.7	0.8	2.5	0.9
Abr	9.0	3.5	8.1	2.4	7.1	2.2	10.5	3.7
May	17.7	6.9	17.8	5.3	18.0	5.5	17.5	6.2
Jun	31.9	12.4	37.3	11.1	46.5	14.4	35.5	12.5
Jul	41.7	16.2	65.8	19.6	51.6	15.9	44.1	15.5
Ago	51.3	19.9	73.4	21.9	82.5	25.5	58.3	20.5
Sep	53.0	20.6	71.4	21.3	70.5	21.8	56.0	19.7
Oct	18.9	7.4	26.8	.0	17.4	5.4	26.9	9.5
Nov	6.4	2.5	6.2	1.8	6.8	2.1	6.7	2.4
Dic	11.8	4.6	9.6	2.9	7.8	2.4	8.9	3.1
Total	257.0	100	335.7	100	323.9	100	283.9	100

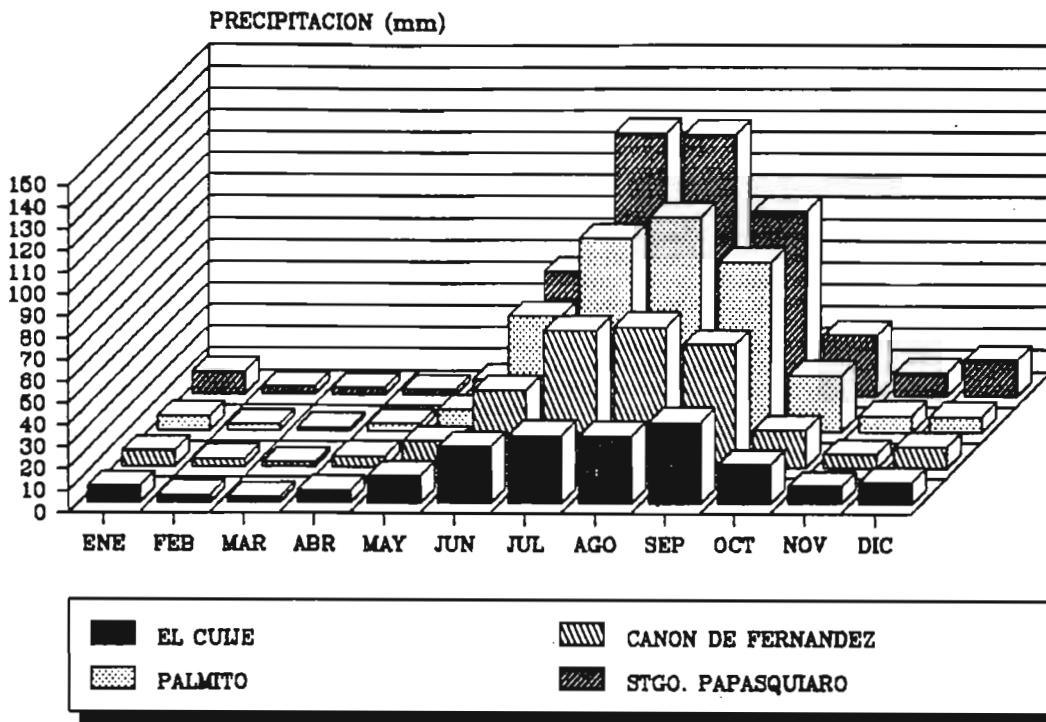
Mes	El Cuije		La Flor		Presa Coyote		Parras	
	PP	Mes %	PP	Mes %	PP	Mes %	PP	Mes %
Ene	7.5	3.9	10.0	3.8	10.0	4.4	12.6	3.4
Feb	3.5	1.9	5.9	2.2	4.5	2.0	9.1	2.5
Mar	2.4	1.3	4.1	1.6	1.9	0.8	6.4	1.7
Abr	5.5	2.9	6.0	2.3	6.4	2.8	10.7	2.9
May	12.3	6.4	15.4	5.9	15.7	6.9	27.8	7.5
Jun	25.6	13.4	35.7	13.7	30.5	13.3	44.6	12.1
Jul	30.9	16.2	50.8	19.5	36.5	16.0	69.6	18.9
Ago	30.7	16.1	54.3	20.8	42.4	18.5	68.2	18.5
Sep	37.1	19.4	42.0	16.1	45.3	19.8	64.9	17.6
Oct	17.7	9.3	16.4	6.3	18.1	7.9	25.4	6.9
Nov	7.9	4.2	8.8	3.4	7.7	3.4	14.2	3.8
Dic	9.8	5.1	11.8	4.5	9.8	4.3	15.4	4.2
Total	191.0	100	261.1	100	228.8	100	368.8	100

Distribución Estadística de la Lluvia.

- Distribución Anual.

De las de estaciones ubicadas dentro de la RH 36, se eligieron 21 registros para el análisis de las distribuciones de las lluvias anuales por medio del paquete DIXLOI (Lebel y Boyer, 1989). Dicho paquete permite buscar un ajuste entre 10 leyes estadísticas y también proporciona intervalos de confianza, percentiles, pruebas de adecuación, etc. En este último caso, se utilizan dos tipos de prueba: la del CHI^2 , expresando la adecuación general de la distribución experimental a la distribución teórica y la de Brunet-Moret (1978), que da mas peso a los valores extremos y así expresa la adecuación del ajuste en las partes extremas de la muestra de observaciones.

En el Cuadro 8 se muestran las características generales de las muestras constituidas para cada estación.

**Figura 14**

Ocurrencia mensual de cuatro estaciones ubicadas en las cercanías del cauce Santiago y Nazas.

Ante la multiplicidad de los ajustes estadísticos que ofrece DIXLOI, se definió los siguientes principios para seleccionar dichos ajustes:

- * Se limitó a dos el número de parámetros ajustados para cada ley. En caso de leyes con tres parámetros (Galton, Pearson 3 y 5, Goodrich.), se determinaron los ajustes con un parámetro de posición fijado en cero;
- * Se dará la preferencia a un tipo de ley que sea aceptable en la mayoría de los casos, en relación con una homogeneidad regional que se puede suponer en la zona de estudio;
- * Los criterios de aceptación de una ley se refieren a los valores de las pruebas (CHI^2 y prueba de Brunet-Moret), a los intervalos de confianza a 90 por ciento y sobre todo al examen de las gráficas.

De los tratamientos resultó finalmente que la ley de Gumbel es la más conveniente para describir las distribuciones de las lluvias anuales para el conjunto de datos. En la Figura 15 se observa el ajuste gráfico obtenido para esta distribución con las estaciones Guanacevi (31) y Rodeo (57). Las características de los ajustes para cada estación se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 8

Características generales para los datos de cada una de las estaciones analizadas, (Precipitación anual).

	P. Coyote Tepehua.	Escobar	Guanaceví S.	Papasq.	Rodeo	Nazas	
Tamaño	48	22	22	50	44	26	47
Período	41-90	63-84	66-90	40-89	40-90	63-90	39-89
Promedio	226.0	472.3	610.97	563.7	456.38	296.2	308.2
Mediana	217.3	466.5	599.2	164.9	438.5	387.6	294.2
Moda	191.6	457.5	590.2	520.8	444.6	370.1	285.6
D. estandar	105.5	85.99	132.6	175.4	132.9	105.0	114.7
A. asimétrica	0.951	0.372	0.331	0.568	0.181	0.581	0.431
C. de aplastamiento	0.456	-0.465	-1.011	0.264	-1.409	-0.024	-0.409
	Cazadero	Sauz	Fresnillo	S.J. Gpe.	S. Clara	Ceballos	Parras
Tamaño	33	44	28	45	26	28	40
Período	58-90	47-91	30-90	22-89	64-90	57-85	48-89
Promedio	430.5	439.6	412.9	377.1	440	291.3	351.6
Mediana	404.6	432.9	400.7	349.5	421.9	384.5	336.2
Moda	378.2	401.6	388.6	326.3	430.9	266.4	314.4
D. estandar	148.1	118	117.8	163.4	111.9	120.7	120.6
A. asimétrica	1.42	0.91	0.455	0.843	0.179	0.457	0.829
C. de aplastamiento	3.192	1.676	-0.404	0.523	-1.179	-0.973	0.0
	Cuencamé	S.J.R.	Palmito	C. de Fdz.	Lerdo	Cuije	La Flor
Tamaño	43	31	49	49	31	47	30
Período	39-89	39-89	38-90	41-90	60-90	43-89	62-91
Promedio	359.0	535.8	382.90	272.1	261.1	186.3	264.3
Mediana	330.1	507.9	395.8	243.5	250.7	162.3	258.5
Moda	316.8	499.1	392.3	232	252.1	161.5	235.8
D. estandar	133.8	142.6	116.1	118.8	101.4	80.7	92.62
A. asimétrica	0.866	0.611	-0.164	1.048	0.181	0.835	0.831
C. de aplastamiento	2.461	-0.834	-0.667	0.416	-1.116	1.113	1.223

- Distribución de las lluvias diarias máximas

También se constituyeron para las ocho estaciones las muestras de las lluvias máximas diarias (un valor por año). Figuran en el Cuadro 10 las características generales de las muestras

La búsqueda de los ajustes estadísticos siguieron otra vez los principios básicos mencionados anteriormente. Al igual que en el caso de las lluvias anuales, resultó que la ley de Gumbel da resultados aceptables para el conjunto de las muestras. En la Figura 16 se muestra la representación gráfica para las estaciones el Palmito (27) y San Juan del Río (72), y el Cuadro 11 las características de los ajustes para cada estación.

Cuadro 9

Características de los ajustes para la distribución Gumbel en cada estación para la precipitación anual.

	P. Coyote	Tepehua	Escobar	Guanaceví	S. Papasq.	Rodeo	Nazas	Cuencamé	S.J.R.	Palmito	C. de Fdz.
Posición	178.2	430.8	546.8	480.3	391.5	346.3	253.2	296.1	469.1	324.06	219
Escala	81	74.9	112.5	150.1	113.5	88.1	98.3	118.4	113.2	113.2	86.5
Chi 2	4.5	0	0	5.7	5.9	1.3	1.4	13.8	2.1	4.3	6.3
B. Moret	2.2	1.4	2.2	4.0	8.8	3.5	2.7	8.9	3.8	10.7	4.8
5 años	299.7	543.2	715.5	705.5	561.7	478.4	400.6	473.8	638.9	493.9	348.8
10 años	360.4	599.4	799.9	818.1	646.9	544.4	474.3	562.6	723.9	578.9	413.7
20 años	418.7	653.4	880.9	926.2	728.6	607.8	545.1	647.9	805.4	660.4	475.9
100 años	550.7	775.5	1,064.3	1,170.9	913.6	751.4	705.2	840.9	990	844.9	616.9
5 años	265.0	495.8	644.5	642.5	511	427.2	358.1	420.2	578.7	445.9	312.1
	334.3	590.5	786.6	768.4	612.4	529.5	443.1	527.3	699.2	541.9	385.4
10 años	316.0	538.7	708.8	737.4	581.8	478.8	419.8	493.9	646.6	517.4	366.7
	404.9	660.2	891.1	898.8	711.9	610.1	528.8	631.3	801.3	640.4	460.6
20 años	364.3	579	769.4	827.4	649.0	527.5	478.4	563.9	710.8	585.2	418.4
	473.1	727.7	992.5	1,024.9	808.2	688.2	611.7	731.9	900.1	735.7	533.4
100 años	473.0	669.3	904.8	1,029.7	799.2	636.5	609.9	720.8	854.8	735.4	534.7
	628.4	881.7	1,223.7	1312	1,027.3	866.2	800.5	961.0	1,125.3	952.6	698.9
	Cazadero	Sauz	Fresnillo	S.J. Gpe.	S. Clara	Ceballos	Parras	Lerdo	Cuije	La Flor	
Posición	365.3	384.9	356.4	301.9	385.2	233.8	296.2	211.44	149.0	221.1	
Escala	112.9	97.4	100	131.8	98.4	98.7	93.6	89	65.2	76.6	
Chi 2	8.7	5.1	0.6	1.5	0.5	4.5	2.0	1.7	1.6	0.7	
B. Moret	3.8	3.9	1.3	3.0	3.6	3.6	2.2	4.0	2.7	1.8	
5 años	534.9	530.9	506.4	499.5	532.8	381.8	436.9	344.9	246.9	336.1	
10 años	619.4	603.9	581.5	598.4	606.6	455.9	507.2	411.7	295.8	393.6	
20 años	700.7	674	653.5	693.3	677.4	526.9	574.7	475.8	342.8	448.7	
100 años	884.9	832.7	816.6	908.1	837.7	687.	727.5	620.9	449.1	573.6	
5 años	467.3	487.4	450.4	441.3	475.6	326.6	392.9	297.6	218.6	294.6	
	592.9	574.4	562.5	557.7	589.9	437.1	480.8	392.3	275.1	377.5	
10 años	544.6	548.1	509.6	523.7	533.2	384.9	450.8	350.9	259.6	340.4	
	694.2	659.7	653.4	673.1	679.9	526.8	563.6	472.5	331.9	446.8	
20 años	609.2	605.7	565.6	601.9	587.6	440.2	505.8	401.4	298.5	383.7	
	792.2	742.3	741.5	784.6	767.1	613.7	643.7	550.2	387	513.8	
100 años	754.1	735.1	690.9	777.5	709.4	563.8	628.9	514.6	385.8	480.6	
	1,015.6	930.3	942.2	1,038.7	965.9	811.8	826.1	727.1	512.3	666.7	

Cuadro 10

Características generales para cada una de las muestras, (precipitación máxima en 24 horas).

	P. Coyote	Tepehua.	Escobar	Guanaceví	S. Papasq.	Rodeo	Nazas	Cuencamé	S.J.R.	Palmito	C. de Fdz.
Tamaño	50	22	22	51	46	26	47	42	32	49	49
Período	41-90	63-84	66-90	40-90	40-90	63-90	39-89	40-89	39-90	38-90	41-90
Promedio	38.2	35.4	43.2	41.4	38.8	36.6	38.1	49.6	48.98	43.2	33.1
Mediana	35.0	35.0	40.5	39.0	38.8	35.0	38.2	43.5	46.5	40.0	28.1
Moda	31.5	31.7	39.0	38.5	34.7	35.0	33.7	42.3	44.0	37.5	28.6
D. estandar	19.1	12.9	11.8	11.1	11.8	10.3	13.2	21.0	14.8	16.1	13.1
A. asimétrica	1.51	0.721	1.366	0.644	1.173	0.33	1.079	1.705	1.019	1.424	1.088
de aplastamiento	2.668	-0.149	3.78	-0.584	2.431	-0.903	2.434	3.43	1.132	2.196	0.554
	Cazadero	Sauz	Fresnillo	S.J. Gpe.	S. Clara	Ceballos	Parras	Lerdo	Cuije	La Flor	
Tamaño	32	44	27	45	26	28	40	31	46	30	
Período	58-90	47-90	50-91	23-89	64-90	57-85	48-89	60-90	44-89	62-91	
Promedio	40.3	37.7	40.2	38.2	46.9	45.9	42.8	40.1	32.6	32.5	
Mediana	39.9	34.4	42	36	42.5	36.0	40.3	36.9	32.0	30.0	
Moda	34.6	34.4	41.6	34.1	40.1	38.5	40.6	34.4	28.07	28.2	
D. estandar	16.3	11.403	9.7	16.5	19.8	24.1	15.2	16.1	12.9	12.2	
A. asimétrica	1.448	0.74	-0.318	0.577	1.786	0.812	0.306	1.424	1.445	1.605	
de aplastamiento	2.457	-0.404	-1.201	0.218	3.464	-0.649	-0.627	2.988	4.571	4.114	

Cuadro 11

Características de los ajustes de la distribución Gumbel en cada estación para la precipitación máxima diaria anual.

	P. Coyote	Tepehua.	Escobar	Guanaceví	S. Papasq.	Rodeo	Nazas	Cuencamé	S.J.R.	Palmito	C. de Fdz.
Posición	30.1	29.4	37.9	36.2	33.4	31.7	32.11	40.7	42.3	36.3	27.3
Escala	13.1	10.3	9.8	8.8	9.4	8.9	10.7	14.3	11.5	11.4	9.4
Chi 2	3.2	-	-	7.1	14.5	1.3	1.4	0.6	1.4	8.0	6.3
B. Moret	6.3	3.6	5.9	5.1	6.9	2.6	2.7	5.8	2.0	4.1	8.5
5 años	49.7	44.7	52.6	49.4	47.6	44.9	48.2	62.2	59.4	53.3	41.3
10 años	59.5	52.4	59.9	55.9	54.6	51.6	56.2	72.9	68	61.8	48.3
20 años	68.9	59.8	67.0	62.3	61.4	57.9	63.9	83.3	76.2	70	55.1
100 años	90.3	76.5	83.0	76.6	76.8	72.5	81.3	106.6	94.9	88.5	70.3
5 años	44.2	38.3	46.4	45.8	43.5	39.8	43.5	55.7	53.4	48.5	37.3
	55.2	51.2	58.8	53.0	51.7	50.1	52.8	68.8	65.4	58.1	45.3
10 años	52.5	44.1	52.0	51.3	49.4	44.9	50.2	64.6	60.3	55.7	43.3
	66.6	60.8	67.9	60.7	59.9	58.2	62.1	81.4	75.7	67.9	53.4
20 años	60.4	49.7	57.3	56.6	54.9	49.9	56.6	72.9	66.8	62.5	48.8
	77.6	69.9	76.8	68.0	67.9	66.1	71.1	93.6	85.7	77.6	61.3
100 años	78	61.9	69.1	68.4	67.5	60.9	70.9	91.9	81.3	77.7	1.4
	102.7	91	96.9	84.9	85.9	83.9	91.7	121.3	108.4	99.3	79.2
	Cazadero	Sauz	Fresno	S.J. Gpe.	S. Clara	Ceballos	Parras	Lerdo	Cuije	La Flor	
Posición	33.3	32.4	35.2	30.4	38.6	34.9	35.5	33.1	26.9	27.2	
Escala	11.8	8.8	9.3	14	12.8	17.8	13.4	11.8	9.99	8.9	
Chi 2	1.7	3.1	7.6	0.5	3.6	2.7	1.4	0.5	3.8	2.7	
B. Moret	3.2	3.9	9.2	1.7	5.1	5.6	4.2	1.4	2.9	3.0	
5 años	51.0	45.6	49.2	51.4	57.8	61.5	55.5	50.8	41.7	40.6	
10 años	59.9	52.2	56.2	61.9	67.5	74.8	65.6	59.7	49.7	47.3	
20 años	68.4	58.5	62.9	72.0	76.7	87.6	75.2	68.2	56.6	53.8	
100 años	87.7	72.8	78	94.8	97.5	116.5	97.1	87.5	72.9	68.4	
5 años	44.8	41.7	43.9	45.2	50.4	51.54	49.3	44.5	37.5	35.8	
	57.2	49.5	54.5	57.6	65.3	71.4	61.8	57.1	46.2	45.5	
10 años	51.9	47.1	49.4	53.9	57.9	62.1	57.5	51.6	43.8	41.1	
	67.9	57.2	62.9	69.9	77.0	87.6	73.6	67.8	54.9	53.6	
20 años	58.7	52.3	54.5	62.3	64.9	71.9	65.4	58.3	49.7	46.2	
	78.2	64.6	71.2	81.7	88.4	103.2	85.1	78.1	63.4	61.4	
100 años	73.9	63.9	66.1	80.9	80.9	94.2	82.9	73.4	63.1	57.5	
	101.6	81.5	89.9	108.7	114.2	138.9	111.1	101.6	82.7	79.3	

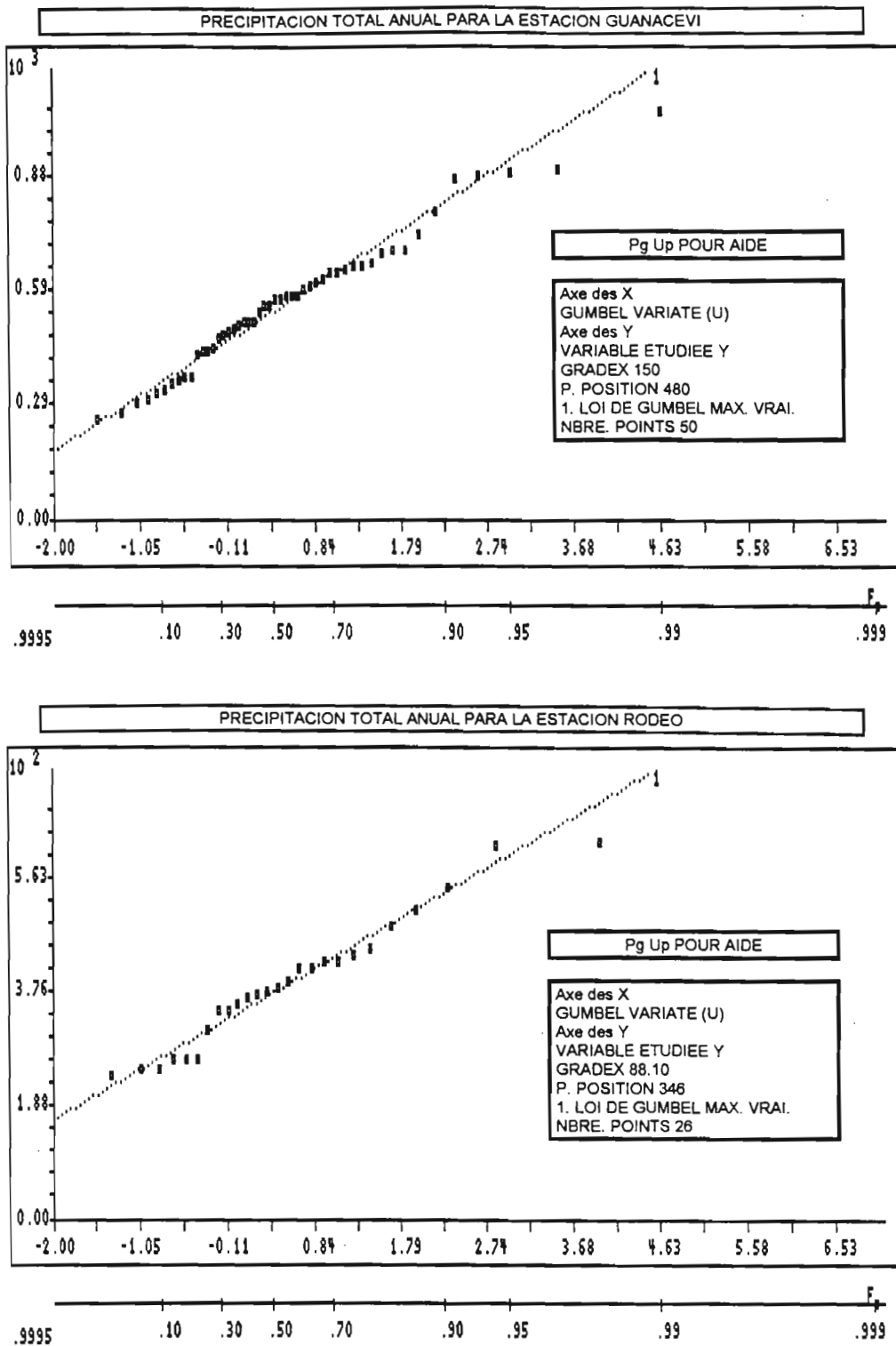


Figura 15

Representación gráfica del ajuste de la precipitación total anual con la distribución Gumbel para las estaciones de Guanacevi y Rodeo.

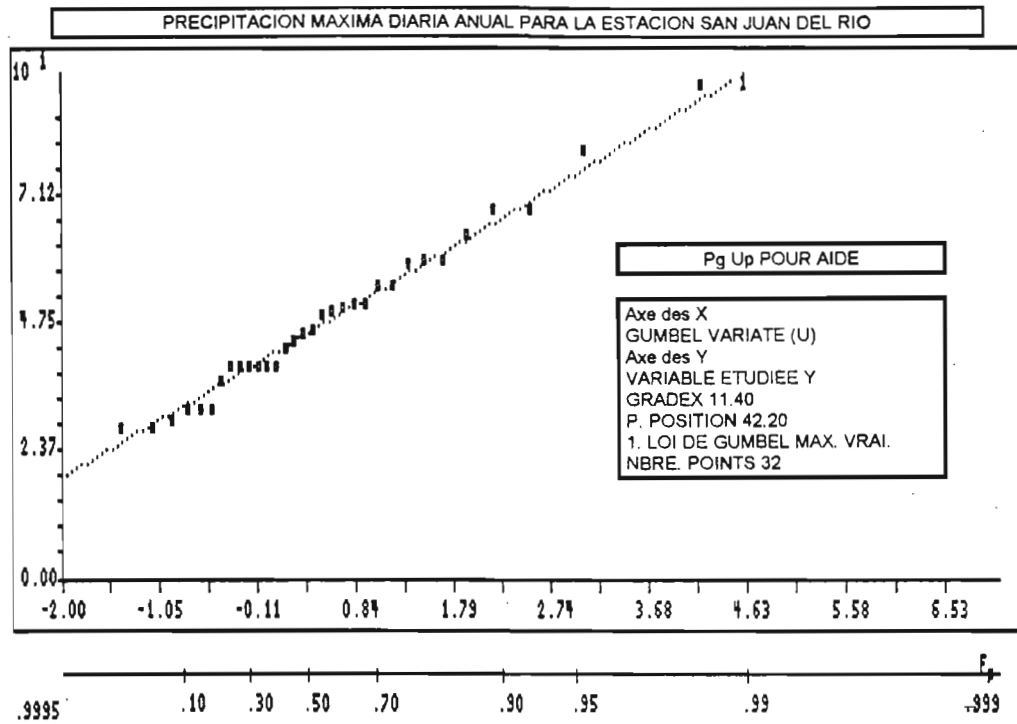
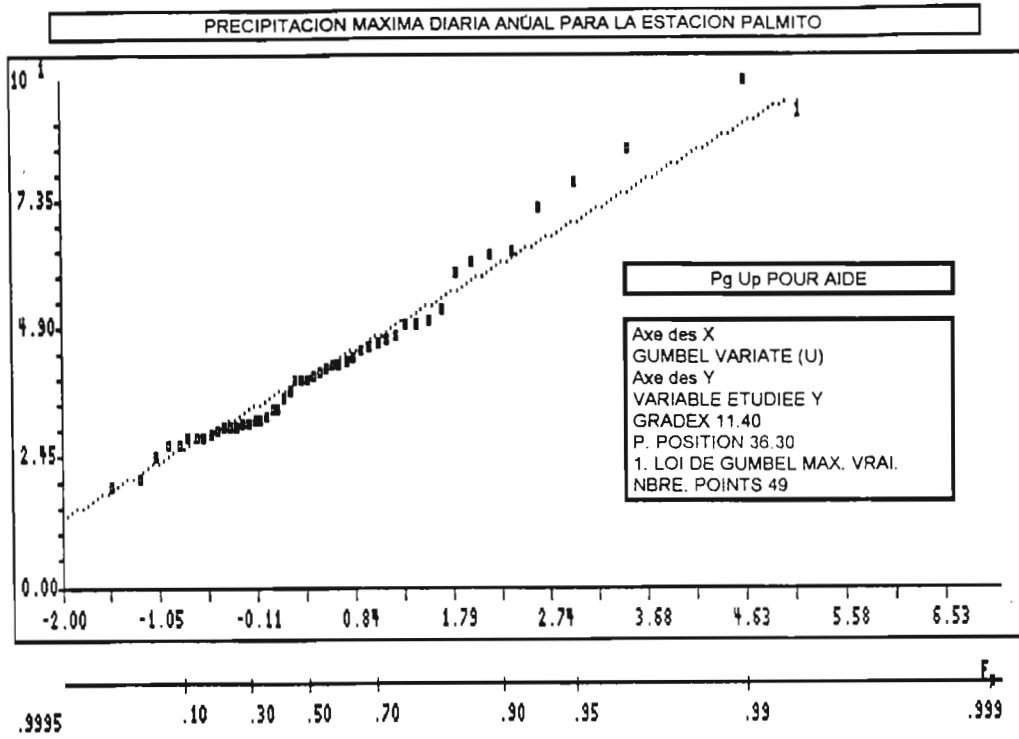


Figura 16

Representación del ajuste de la precipitación máxima diaria con la distribución Gumbel para las estaciones del Palmito y San Juan del Río.

Relación Pluviometría-Altitud.

La pluviometría de la RH disminuye, desde el parteaguas de la Sierra Madre Occidental, al Oeste, donde rebasa los 800 mm (y hasta 893 mm en El Tarahumar, estación ubicada a unos kilómetros fuera de la cuenca), hacia las lagunas, donde no pasa los 200 mm de promedio anual en varias estaciones como Viesca o El Cuije.

La distribución geográfica de la pluviometría esta expuesta en las Figuras 1 y 7 que son mapas de isoyetas de la RH 36. La primera (Figura 1) es una carta simplificada del INEGI: en las partes donde hay pocas estaciones, las isoyetas están estimadas principalmente con los datos existentes, los demás siendo interpolados con la ayuda de los gradientes de altitud; se sabe que en general la pluviometría aumenta con la altitud, siendo la condensación acelerada por el enfriamiento del aire. La Figura 7 es también un mapa de isoyetas, establecida con los datos procesados a esta fecha. Es una estimación provisional, ya que por el momento, estos datos no permiten asegurarse de la importancia de cada uno de los factores secundarios (además de la altitud) que influyen la distribución geográfica de las precipitaciones. Sin embargo, estas cartas permiten confirmar la regionalización como se vera posteriormente, y destacar los parámetros de la pluviometría.

El primero es, evidentemente, la altitud. De hecho, en la mayoría de los casos, la pluviometría muestra un gradiente altitudinal. Esta relación aparece bastante clara en el Figura 17, y con la ecuación de regresión que se pudo establecer entre pluviometría (Y) y altitud (X):

$$X = 2.48 Y + 662 \quad (1)$$

Con un R^2 de 0.74, no parece muy buena la correlación, pero sí existe. De hecho, la relación resultaría aún peor si se quitara el punto muy específico de la estación de El Tarahumar; ésta última muy lejana de las otras, tanto por su altitud (2,850 m) como por su pluviometría (893 m) mejora la calidad de la regresión. Su fuerte pluviometría la debe a su situación en el parteaguas, y por eso, bien expuesta a las precipitaciones venidas del Pacífico. De hecho, se puede observar que el gradiente debido a la altitud es muy fuerte en la vertiente protegida de este tipo de precipitaciones la pluviometría baja a solamente 451 mm en Santiago Papasquiaro (1,720 m), 472 mm en Tepehuanes (1,800 m) y 546 mm en Ignacio Zaragoza (2,300 m). Estas estaciones están en posición de "abrigo".

Este impacto del relieve también se nota en la parte baja: Parras, situado en medio de un macizo montañoso a 1,520 m, recibe 354 mm de lluvias, mientras las llanuras que le rodean solo reciben alrededor de 200 mm.

Además del papel de las altitud, hemos visto que el relieve también es un obstáculo: llueve más en las vertientes expuestas a los vientos húmedos. En la cuenca del Nazas, se nota que unas estaciones recibe 150 mm más de lo que la relación (1) les daría. San Bernardo y Santa María del Oro (así como de manera menos clara, El Zape y Cienega de Escobar) deben aprovechar de la presencia de un segundo obstáculo que retiene de nuevo una gran parte de las precipitaciones.

La Figura 17 permite distinguir otra clase de estaciones, ubicadas en la cuenca del Aguanaval y región de Peñón Blanco, en las que las lluvias medidas son, al contrario, muy inferiores a

las que corresponden a su altitud en la relación: El Sauz (20), Ramón Corona (55), Fresnillo (29), Cuauhtémoc (10), todas ubicadas cerca de los 2,200 m de altura, tienen una pluviometría inferior a los 475 mm. Están ya situadas en partes altas pero de poco relieve, en las cuales el efecto orográfico no tiene un gran papel. No tenemos datos a propósito de la vegetación pero se sabe que la rugosidad de ésta juega un papel muy importante en la condensación, frenado el viento y obligando las masas de aire húmedo a tomar altura: de hecho, se puede suponer que de la débil cubierta vegetal de estas cuencas (comparándolas con la cuenca alta del Nazas) está por algo en su pluviometría baja.

La Figura 17, permite distinguir unos conjuntos de siete zonas pluviométricas originales en cuanto a su comportamiento en frente a la relación pluviometría/altitud:

Las zonas I a VII son las siguientes:

- I - Alta cuenca de los ríos Aguanaval y arroyo Peñón Blanco;
- II - Valle del río Sextín y alrededores;
- III - Meseta de Ciénega-Guanaceví;
- IV - Centro de las lagunas de la parte baja;
- V - Orillas de las lagunas endorreicas y Sur del Bolsón de Mapimí, incluyendo bajas cuencas del Nazas y del Aguanaval
- VI - Parte media de las cuencas del Nazas y del Aguanaval;
- VII - Depresiones y valles profundos de la Sierra Madre;

- Las zonas I y II son las que más se oponen: están cada cual a un lado opuesto de la recta Pluviometría - Altitud (Figura 17): la zona I se caracteriza por una pluviometría débil en relación con la altitud: esto se puede explicar por el relieve inconspicuo y la posición de altiplano protegido de las masas de aire húmedo del Pacífico (Suroeste) por la Sierra Madre Occidental.

- La zona II, al contrario, tiene precipitaciones superiores a las que les atribuiría la relación Pluviometría - Altitud: siendo estas estaciones ubicadas en el valle del Sextín, debería, *a priori*, tener una pluviometría más débil; su pluviometría elevada, por supuesto, la debe a masas de aire húmedas provenientes de otras direcciones: Norte o Este.

Las demás zonas son más cercanas de la recta Pluviometría - Altitud, y se explica fácilmente su comportamiento pluviométrico:

- el área III es el conjunto de las estaciones más altas del Nazas, sobre la meseta de Ciénega-Guanaceví: se le podría incorporar la estación de El Tarahumar, que, sobre el parteaguas, es la más elevada (2,850 m.) y la más lluviosa (893 mm), pero está muy lejana de las demás.

- la zona IV es la más seca, centro de las lagunas, por exageración de los rasgos continentales áridos (posición de abrigo orográfico);

- la zona V es el complemento de esta con las estaciones de las orillas de las lagunas, y del Súr del Bolsón de Mapimí;

- en la zona VI viene la parte baja de la zona intermedia de la RH 36, con la cuenca media de los ríos Nazas y Aguanaval, con una pluviometría más débil que las estaciones ubicadas en la sierra, por conocer el fenómeno de foehn (posición de abrigo intramontañas): curiosamente, se oponen las estaciones de esta zona VI (río Ramos y depresión del Palmito) con las del Sextín, en que la pluviometría es superior, por lo que se expuso más arriba;

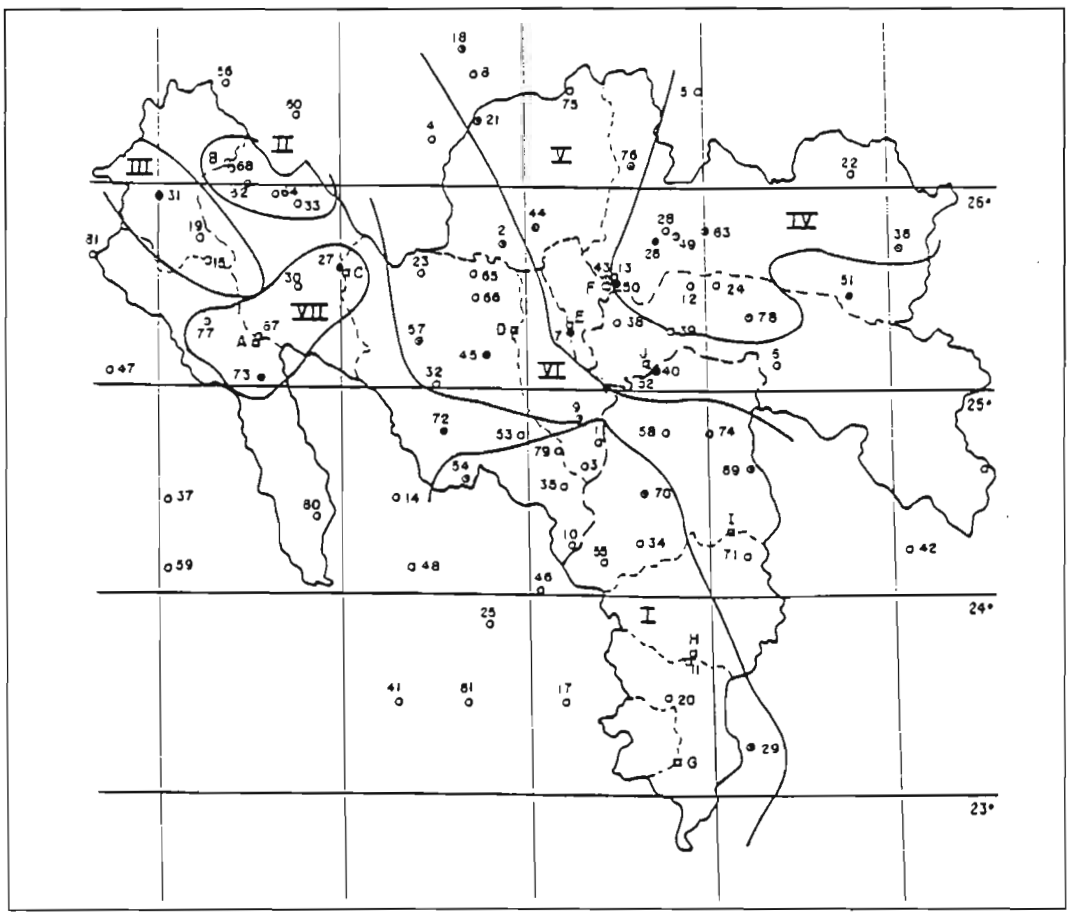
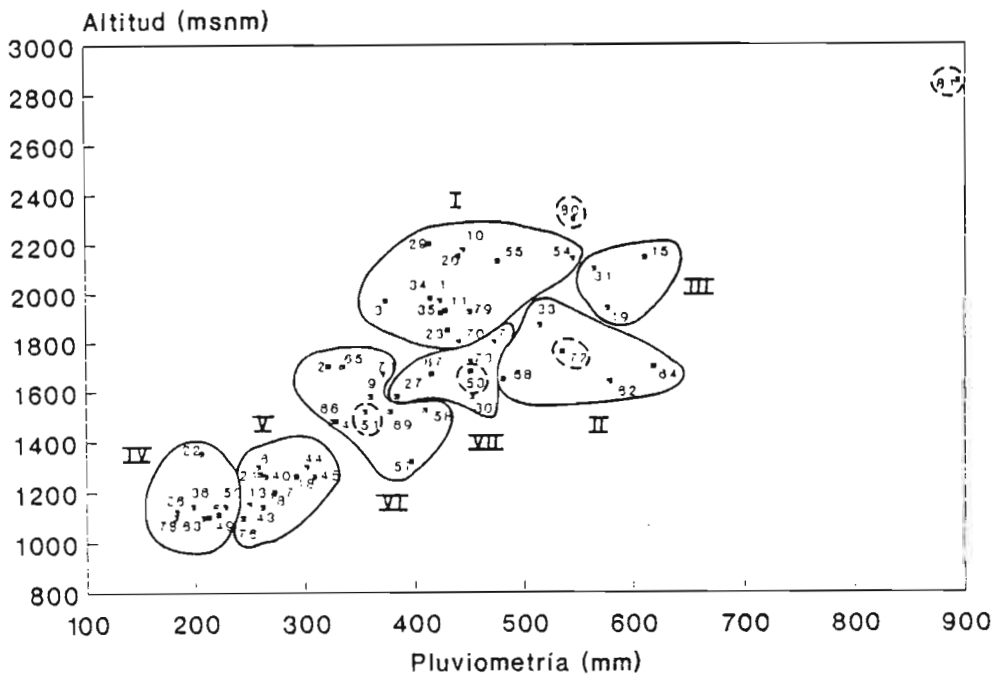


Figura 17

Determinación de zonas geoclimáticas a partir de la relación pluviometría-altitud.

Al igual que El Tarahumar, se distinguen:

- * la estación de Parras (51) que conoce un microclima montañoso (y, de hecho, más lluvioso), en las lagunas (sierra de Parras);
- * las de Peñón Blanco (53) y San Juan del Río (72) que son más húmedas que sus alrededores: su posición al piedemonte norte del parteaguas con la depresión de Durango lo puede explicar, siendo tal vez, al igual que la zona II, expuesta a otras masas de aire húmedo: la presencia del cerro Gamón (2,900 m), puede ser determinante; casi se podría imaginar una octava zona incluyendo estas dos estaciones;
- * por fin, la estación Ignacio Zaragoza (80) (alto río Santiago) se destaca, y se podría juntar con las del grupo III por ser una estación de alto valle en la Sierra Madre.

Regionalización.

Antes de analizar los parámetros geográficos, es útil notar que el comportamiento realizado con DIXLOI permitió escoger la distribución de Gumbel como la más consistente para todas las estaciones, por lo que respecta a precipitaciones.

Se pudo observar que, **para la pluviometría total anual**, se mostraron diferencias entre:

- * La cuenca alta del Nazas (Guanacevi (31), Cienega (15), Tepehuanes (77) y Santiago Papasquiario (3)) y la cuenca media del Aguanaval (Santa Clara, San Juan de Gpe. y la Flor), cuyos datos se ajustan bien con las leyes Gumbel, Galton y Pearson III;
- * La cuenca baja del Nazas (Cañón de Fernández (7) y Presa Coyote (50)) y la cuenca alta del Aguanaval (El Sauz y Cazadero), donde la ley Gumbel es satisfactoria, pero está superada en la calidad de los ajustes por la ley Log Gamma y por Goodrich.

Este tipo de regionalización también aparece con la **pluviometría máxima en 24 horas**: los mejores ajustes con la ley Gumbel se encuentran para las estaciones Nazas (45), San Juan del Río (72), El Sauz (20), El Cuije (26) y Ceballos (8); es decir, en toda la RH 36 salvo la cuenca alta del Nazas en la cual la ley Log Gamma muestra los mejores ajustes.

En el Cuadro 8 se puede observar que el coeficiente de variación, para las estaciones con más de 40 años de registro presentan valores aproximados a 0.3 en la cuenca alta del Nazas hasta el Palmito, de 0.30 a 40 para la porción media del Nazas, así como la parte alta y media de Aguanaval, llegando a ser superior a 0.4 en la cuenca baja de la RH 36. Por otra parte, las precipitaciones centenales esperadas varían desde los 1,357.6 mm en Santiago Papaquiario hasta los 449.1 mm en El Cuije. En este caso se puede apreciar que las precipitaciones centenales operadas siguen el mismo patrón de comportamiento que en el caso del coeficiente de variación, ya que los valores más elevados se ubican en la parte alta de la cuenca del Nazas (Guanacevi, Santiago Papasquiario, Cienega de Escobar) con valores de 1,170.9, 1,357.6 y 1,064.3 mm, respectivamente), mientras que para las estaciones que se ubican en la parte media del Nazas, alta y media del Aguanaval, los valores esperados varían de los 700 a 900 mm al año.

En el caso de la lluvia máxima en 24 horas: esta no permite distinguir una regionalización de las observaciones todas incluidas entre 32 y 50 mm/24 h (Cuadro 8). El caso de lluvia máxima diaria al nivel centenal no se rebasa los 83 mm en la alta cuenca del Nazas (Cuadro 11), ni los 88 mm en la alta cuenca del Aguanaval, es decir en las dos zonas en que más llueve. Sin embargo, los mayores valores se presentan en las cuencas medias (Cuencame 106 mm) y sobre todo en la zona más árida, con valores que (salvo en El Cuije), siempre superan los 94 mm / 24 h.

Con toda la información de precipitación analizada anteriormente se pueden establecer algunas diferencias desde la Sierra Madre Occidental hasta la parte baja de la RH 36. Estas diferencias se justifican además para las áreas de fisiografía como para las actividades socio-económicas, pudiéndose definir de la siguiente manera:

- 1) La alta cuenca del Nazas - aguas arriba de Palmito - es región de montaña, con los parteaguas que rebasan 3,000 m de altitud, y valles que se ubican más o menos a 2,000 m. El clima se presenta un poco más frío que en las lagunas (sobre todo en invierno), y la ubicación junto al parteaguas con el Pacífico la hace más húmeda; se puede decir que en esta parte se precipitan más de 500 mm, a pesar de que unas estaciones, en fondo de valles, reciban un poco menos; ya que en las alturas, es probable - aunque no existan pluviómetros para comprobarlo - que la pluviometría supera los 800 mm (esto es uno de los datos que es indispensable adquirir al hacer una modelación de los escurrimientos, pues es también esta región que más provee agua en toda la RH 36). Esta región posee una explotación forestal en sus partes más altas, y agropecuaria en los dos principales valles (ríos Ramos y Sextín).
- 2) La media cuenca del Nazas y la cuenca del Aguanaval, que son regiones de lomas y de mesetas, con unos macizos montañosos en las orillas, y que se caracterizan por una pluviometría que viene incluida entre 300 y 500 mm. Se practican cultivos de temporal y la ganadería también es dinámica en esta subregión en la que frecuentemente se aprovecha de las aguas de escurrimiento almacenándola en bordos de retención (presones).
- 3) Las lagunas, algunas veces llamadas desierto, aunque este nombre no esté apropiado por esta subregión de llanuras cerradas, rodeadas por sierras que alcanzan los 3,000 m de altitud pero que son de poca extensión: aquí dominan las planicies, pues es zona de acumulación de aluviones venidas de las cuencas. Se puede practicar la ganadería extensiva (con una vaca para 35 hectáreas).

Referencias.

INEGI, (1981). Mapas de precipitación total anual, (Monterrey, Chihuahua y Guadalajara) a escala 1:1'000,000, y Guía para la interpretación. (29 p.) INEGI, México.

LINSLEY K. R., M. A. KOHLER y J. L. H. PAULHUS, (1984). Hidrología para Ingenieros. Segunda Edición. McGraw Hill de México.

LEBEL T., J. F. BOYER, (1989). DIXLOI: Un ensemble de Programmes FORTRAN 77 pour l'ajustement de lois statistiques et leur representation graphique. Laboratoire d'Hydrologie ORSTOM, France.

ROCHE A., (1963). Hydrologie de Surface. ORSTOM, Paris.

Anexo

Anexo 1

Estaciones pluviométricas.

	CASETA	CARTA	EDO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS UTM (m)		ALTITUD MSNM	PLUVIO. ANUAL MEDIA (mm)	AÑOS CON DATOS	NUMERO AÑOS
				LAT. NORTE	LONG W.	NORTE	ESTE				
1	12 DE DIC.	G13-9	DGO.	24 44'30"	103 34'19"	2733250	642000	1975	423	79-91	15
2	5 DE MAYO	G13-8	DGO.	25 46'00"	104 19'00"	2850300	570800	1700	321	66-89	24
3	ATOTONILCO	G13-12	DGO.	24 38'00"	103 42'00"	2725800	631800	1970	373	71-90	20
4	AGUA PUERCA	G13-5	DGO.	26 14'12"	104 29'34"	2900000	550000	1480	328	80-91	9
5	ACATITA	G13-6	COAH.	26 28'00"	103 01'00"	2929000	697250	1100	212	83-85	3
6	BAJ.DE AHUICHILA	G13-9	COAH.	25 06'00"	102 37'00"	2779600	739000	1300	257	76-90	14
7	C. DE FERNANDEZ	G13-9	DGO.	25 17'00"	103 45'40"	2795100	623400	1200	272	41-90	49
8	CEBALLOS	G13-5	DGO.	26 36'00"	104 18'00"	2934100	586100	1188	271	57-85	28
9	CUENCAME	G13-12	DGO.	24 52'20"	103 42'00"	2750900	632000	1580	359	39-90	51
10	CJAUHTEMOC	G13-12	DGO.	24 15'30"	103 45'00"	2682500	620250	2175	444	78-90	11
11	CAZADERO	F13-3	DGO.	23 40'00"	103 07'00"	2611250	691500	1930	428	58-90	33
12	CONG. HIDALGO	G13-9	COAH.	25 30'00"	103 07'00"	2820750	686250	1120	*	*	2
13	CENID-RASPA	G13-9	DGO.	25 31'00"	103 30'00"	2827500	653700	1150	249	76-91	14
14	CANATLAN	G13-11	DGO.	24 30'00"	104 45'00"	2711500	522500	1980	**	**	
15	CIENEGA DE ESCOBAR	G13-8	DGO.	25 35'00"	105 44'00"	2832900	425500	2145	611	66-90	22
16	CONCEPCION DEL ORO	G14-10	ZAC.	24 37'00"	101 30'00"	2725000	253250	2050	**	**	
17	CHALCHIHUITES	F13-3	ZAC.	23 29'00"	103 52'00"	2596750	615000	2300	**	**	
18	ESCALON	G13-5	CHIH.	26 45'00"	104 17'00"	2958800	565100	1263	292	61-75	15
19	EL ZAPE	G13-8	DGO.	25 46'30"	105 47'30"	2850500	420500	1940	577	78-90	13
20	EL SAUZ	F13-3	ZAC.	23 30'00"	103 15'00"	2605000	682500	2150	440	47-91	45
21	EL DERRAME	G13-5	DGO.	26 21'20"	104 16'30"	2913250	565500	1270	259	69-89	19
22	ESTANQUE DEL LEON	G13-6	COAH.	26 06'00"	102 12'00"	2890000	780000	1350	206	85-91	4
23	EL CASCO	G13-8	DGO.	25 34'30"	104 35'00"	2825500	541250	1850	430	80-90	10
24	EMILIANO ZAPATA	G13-9	COAH.	25 30'00"	102 56'00"	2820750	706750	1090	**	**	
25	EL PUEBLITO	F13-2	DGO.	23 50'00"	104 15'00"	2643500	576000	1850	**	**	
26	EL CUIJE	G13-9	COAH.	25 42'30"	103 18'09"	2843000	666600	1120	183	43-90	48
27	PALMITO	G13-8	DGO.	25 34'30"	105 02'00"	2832100	495600	1580	383	38-90	53
28	FCO. I. MADERO	G13-9	DGO.	25 45'00"	103 15'00"	2851500	674250	1100	*	*	2
29	FRESNILLO	F13-3	ZAC.	23 13'00"	102 48'00"	2563000	718500	2200	413	50-91	28
30	GRAL. ESCOBEDO	G13-8	DGO.	25 30'00"	105 15'00"	2821750	485000	1580	452	79-89	11
31	GUANACEVI	G13-8	DGO.	25 26'00"	106 00'00"	2869000	404400	2100	565	40-90	51
32	HIGUERAS	G13-8	DGO.	25 02'00"	104 31'00"	2774250	542500	1420	*	*	4
33	INDE	G13-8	DGO.	25 54'00"	105 13'40"	2866250	482500	1870	515	80-88	9
34	JUAN ALDAMA	G13-12	ZAC.	24 15'00"	103 25'00"	2682500	662500	1980	414	63-74	12
35	LUIS MOYA	G13-12	DGO.	24 32'00"	103 48'00"	2715000	605000	1920	424	81-85	5
36	LAS NIEVES	G13-9	ZAC.	25 45'00"	102 00'00"	2848250	800000	1140	198	67-86	20
37	LAS TRUCHAS	G13-11	DGO.	24 28'00"	105 59'00"	2705000	402500	2400	**	**	
38	LA VENTANA	G13-9	COAH.	25 17'00"	103 29'00"	2802500	653750	1190	*	*	4

* Estaciones con pocos años de observaciones; no se calculó el promedio.

** Estaciones en proceso de captura.

Continuación de Anexo 1 ...

CASETA	CARTA	EDO.	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS UTM (m)		ALTITUD MSNM	PLUVIO. ANUAL MEDIA (mm)	AÑOS CON DATOS	NUMERO AÑOS
			LAT. NORTE	LONG W.	NORTE	ESTE				
39 LA ROSITA	G13-9	COAH.	25 15'00"	103 14'00"	2796250	680750	1190	*	*	2
40 LA FLOR	G13-9	COAH.	25 07'00"	103 15'00"	2777500	667500	1260	**	**	
41 LAS BAYAS	F13-2	DGO.	23 30'00"	104 46'00"	2599000	518250	2650	**	**	
42 LA GRUÑIDORA	G14-10	ZAC.	24 13'00"	101 56'00"	2681000	203000	1880	**	**	
43 LERDO	G13-9	DGO.	25 30'00"	103 32'00"	2824500	648000	1140	261	60-90	31
44 MAPIMI	G13-9	DGO.	25 49'00"	103 57'00"	2857500	615500	1300	301	64-88	23
45 NAZAS	G13-8	DGO.	25 08'00"	104 14'20"	2792100	534500	1260	308	39-90	52
46 NARCIZO MENDOZA	G13-12	DGO.	24 01'00"	103 58'00"	2656250	605000	2000	**	**	
47 OJITOS DE CAM.	G13-7	DGO.	25 03'00"	106 13'00"	2771500	377500	2350	**	**	
48 PEÑA DEL AGUILA	G13-11	DGO.	24 14'00"	104 40'00"	2673000	535500	1900	**	**	
49 PRESA DE GPE.	G13-9	COAH.	25 45'32"	103 13'13"	2850000	678500	1110	221	66-90	25
50 PRESA COYOTE	G13-9	COAH.	25 31'00"	103 29'58"	2842300	672100	1140	227	41-90	50
51 PARRAS	G13-9	COAH.	25 28'00"	102 14'00"	2816100	783400	1520	354	48-90	43
52 PRESA LA FLOR	G13-9	COAH.	25 05'00"	103 16'00"	2774300	667500	1260	264	62-91	30
53 PEÑON BLANCO	G13-11	DGO.	24 47'00"	104 02'00"	2741250	597500	1680	451	77-90	11
54 PANUCO DE CORONADO	G13-11	DGO.	24 32'21"	104 19'31"	2713800	568300	2140	545	68-90	22
55 RAMON CORONA	G13-12	DGO.	24 12'00"	103 37'00"	2675000	639500	2130	476	68-84	17
56 ROSARIO	G13-5	DGO.	26 30'00"	105 37'00"	2931750	435750	1780	**	**	
57 RODEO	G13-8	DGO.	25 12'45"	104 34'35"	2785100	544600	1320	396	63-90	26
58 SIMON BOLIVAR	G13-12	DGO.	24 43'00"	103 14'00"	2731250	679250	1525	409	68-90	22
59 SAN DIMAS	G13-11	DGO.	24 10'00"	105 57'00"	2671000	403250	970	**	**	
60 SAN ANTONIO	G13-5	DGO.	26 25'00"	105 16'00"	2921750	467000	1700	**	**	
61 SN. FCO. DEL MEZQUITAL	F13-2	DGO.	23 29'00"	104 25'00"	2596250	562250	1450	**	**	
62 SAN BERNARDO	G13-5	DGO.	26 00'00"	105 31'00"	2894250	447500	1640	579	78-90	11
63 SAN PEDRO COAH.	G13-9	COAH.	25 45'00"	103 00'30"	2851000	702000	1095	207	61-91	29
64 STA. MA. DEL ORO	G13-8	DGO.	25 57'00"	105 21'00"	2870000	462300	1700	619	68-87	18
65 SN. PEDRO DEL GALLO	G13-8	DGO.	25 34'00"	104 17'00"	2827300	571400	1700	334	77-85	9
66 SN. LUIS DEL CORDERO	G13-8	DGO.	25 25'00"	104 16'00"	2811300	572500	1480	325	77-89	10
67 SALOME ACOSTA	G13-8	DGO.	25 17'00"	105 26'00"	2789500	454600	1670	415	75-90	13
68 SARDINAS	G13-5	DGO.	26 06'00"	105 34'00"	2885500	443500	1650	481	71-89	18
69 SN. JUAN DE GPE.	G13-12	DGO.	24 39'00"	104 47'00"	2725800	724900	1520	377	58-90	33
70 STA. CLARA	G13-12	DGO.	24 30'00"	103 22'00"	2708000	666300	1800	440	64-90	27
71 SN. FRANCISCO	G13-12	ZAC.	24 16'00"	102 52'00"	2691400	715000	1670	370	79-90	12
72 SN. JUAN DEL RIO	G13-11	ZAC.	24 48'00"	104 28'00"	2740400	554600	1760	536	59-89	31
73 SANTIAGO PAPASQ.	G13-8	ZAC.	25 03'00"	105 26'00"	2770000	457500	1720	451	39-90	52
74 TANQUE AGUILERENO	G13-12	COAH.	24 46'00"	102 58'00"	2745000	707000	1460	*	*	1
75 TORTUGAS	G13-6	DGO.	26 28'00"	103 44'00"	2929000	626000	1155	*	*	2
76 TLAHUALILO	G13-6	DGO.	26 08'00"	103 28'00"	2889100	655500	1095	243	61-90	29
77 TEPEHUANES	G13-8	DGO.	25 18'30"	105 45'00"	2802900	427400	1800	472	63-84	22
78 VIESCA	G13-9	COAH.	25 21'00"	102 46'00"	2803900	720500	1100	182	66-90	23
79 YERBANIS	G13-12	DGO.	24 43'00"	103 49'00"	2736250	617500	1925	450	80-90	10
80 IGNACIO ZARAGOZA	G13-11	DGO.	24 21'00"	105 09'00"	2696250	483000	2300	546	75-86	11
81 TARAUMAR	G13-7	DGO.	25 40'00"	106 26'00"	2836600	363400	2850	893	75-90	14
82 CONETO DE COMONFORT	G13-11	DGO.	24 58'40"	104 46'15"	2762500	523000	2900	597	76-91	15

ANEXO 2

Años con observaciones de pluviometría.

NUM.	ESTACION PLUVIOMETRICA	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1	SALOME ACOSTA												*****	*****	**	
2	SANTIAGO PAPASQUIARO					* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *
3	IGNACIO ZARAGOZA												*****	*****	****	
4	EL TARAHUMAR												*****	*****	**** *	
5	CIENEGA DE ESCOBAR										****	*****	*****	*****	***	
6	TEPEHUANES									**	*****	*****	*****	*****		
7	GUANACEVI					* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *
8	EL ZAPE												**	*****	*****	*
9	SARDINAS											****	*****	*****	*****	
10	INDE													*****	****	
11	SAN BERNARDO												**	*****	*****	
12	STA. MA. DEL ORO										**	*****	**	*****	**** *	
13	EL PALMITO				* ****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *	
14	GRAL. ESCOBEDO												*	*****	*****	*
15	5 DE MAYO										*****	*****	*****	*****	*****	
16	PANUCO DE CORONADO										**	*****	*****	*****	**** *	
17	CONETO DE COMONFORT												***	*****	*****	*
18	CUAUHTEMOC												**	*****	*****	*
19	EL CASCO													*****	*****	*
20	EL CUARTO														**	
21	EL DERRAME											***	*****	*****	** ** *	
22	HIGUERAS														*	
23	LUIS MOYA													****	*** *	
24	NAZAS					* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *
25	PEÑON BLANCO												***	*****	**** *	
26	RODEO									**	*****	*****	* **	*****	**	
27	SAN LUIS DEL CORDERO												***	*****	*****	*
28	SAN JUAN DEL RIO					* *****	*****	*****	***	*****	*****	*****	*****	*****	**** *	
29	SAN PEDRO DEL GALLO												***	*****	*	
30	PEÑALES										*****	*****	*****	*****	*	
31	ATOTONILCO										*	*****	*****	*****	****	
32	CAÑON DE FERNANDEZ				* *	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *	
33	CUENCAME					* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**** *	

Continuación de Anexo 2 ...

NUM.	ESTACION PLUVIOMETRICA	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
34	12 DE DICIEMBRE												**	*****	*****		
35	YERBANIZ													*****	****	*	
36	LERDO									*****	*****	*****	*****	*****	*****	*	
37	AGUA PUERCA													*****	*****	*	
38	CEBALLOS								***	*****	*****	*****	****	*****	*		
39	LA CADENA													*****	*****		
40	MAPIMI									*	*****	*****	*****	*****	*	*	
41	TLAHUALILO									****	*****	*****	*****	*****	****	*	
42	TORTUGAS																
43	YERMO													***	**	* *	
44	ACATITA													**	*		
45	ESTANQUE DE LEON														*	*** *	
46	EL CUIJE					**	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
47	FCO. I. MADERO																
48	LAS NIEVES										***	*****	*****	*****	*		
49	PARRAS						**	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*	** *
50	PRESA COYOTE					****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*
51	PRESA GUADALUPE									****	*****	*	***	*****	*****	*	
52	SAN PEDRO									****	*****	*****	*****	*****	****	*	
53	VIESCA									****	*****	*****	*****	*****			
54	EMILIANO ZAPATA												*	*****	*		
55	SAN JUAN DE GPE.							**	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*		
56	LA FLOR COAH.								***	*****	*****	*****	*****	*****	*		
57	SANTA CLARA								*	*****	*****	*****	*****	*****	*		
58	JUAN ALDAMA								**	*****	*****						
59	SIMON BOLIVAR									**	*****	*****	*****	*****	**		
60	RAMON CORONA									**	*****	*****	*****	*****			
61	CENID-RASPA												****	*****	****	**	
62	ESCALON CHIH.									****	*****	*****	*				
63	BAJIO DE AHUICHILA												****	*****	**	** *	
64	SAN FRANCISCO ZAC.												**	***	**		
65	CONGREGACION HIDALGO														*		
66	TANQUE AGUILEREÑO COAH.																