

Figura # 15 caudales promedios mensuales para la cuenca del río Tempisque.

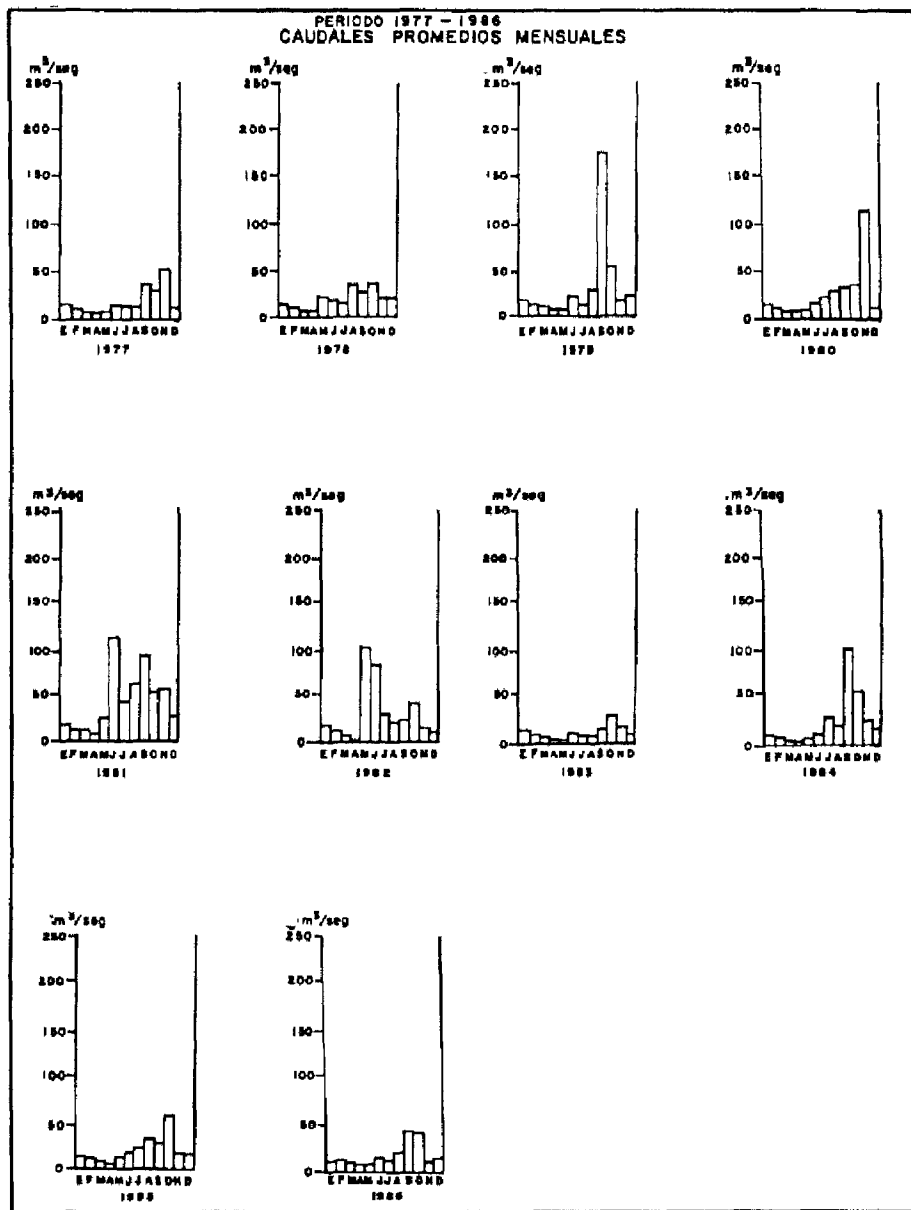


Figura # 16 caudales promedios mensuales de la cuenca del río Tempisque

Como se verá, esta forma de reagrupar los valores, refuerza lo ya indicado acerca de la irregularidad del comportamiento de la variable como elemento de predicción a un nivel de promedios mensuales.

CUADRO Nº 9

CUENCA DEL TEMPISQUE: ANALISIS METEOROLOGICO  
 SEGUN: PERIODO ANALIZADO (1943 - 1981)  
 POR: MONTO DE PRECIPITACION ANUAL (CON MAS DE 2.000 mm)

En el siguiente cuadro se presentan los caudales y las precipitaciones, según meses que, en el período de análisis, registraron más de 2000 mm como promedio mensual, indicándose el mes en que se registro el máximo; se agrega otra columna con la indicación de si hubo o no inundación.

Los datos tienen secuencia cronológica

ANO	PRECIP. ANUAL EN MMS	CAUDAL ANUAL CM3/SEG.	MES DE > PROMEDIO DE PRECIPITAC. MMS	MES DE > PROMEDIO DE CAUDAL CM3/SEG.	PRECIPITAC. MES ANTERIOR AL MAXIMO MMS	CAUDAL MES ANTERIOR AL MAXIMO	HUBO INUNDACION
1954	2292.6	522.5	Oct. 559.8	Oct. 133.3	Set. 487.2	Set. 67.83	Si
1955	2715.7	633.9	Oct. 697.0	Set. 154.8	Set. 496.1	Ago. 63.3	Si
1968	2025.0	300.2	Jun. 527.8	Jun. 111.62	Mayo 470.7	Mayo 25.13	No
1969	2281.5	607.7	Oct. 845.4	Oct. 327.02	Set. 395.9	Set. 63.59	Si
1971	2081.3	443.1	Set. 574.8	Set. 174.98	Ago. 349.5	Ago. 42.62	Si
1973	2529.8	485.0	Oct. 706.5	Set. 178.15	Set. 587.5	Ago. 73.42	No
1979	2327.2	387.2	Set. 537.5	Ago. 173.0	Ago. 277.0	Ago. 26.17	No
1981	2390.3	512.0	Jun. 537.8	Jun. 117.0	Mayo 447.1	Mayo 25.0	Si

FUENTE: Estación Hacienda Tempisque, datos meteorológicos SENARA IMN.  
 Estación Guardia, datos de caudales SENARA. ICE.

Del análisis realizado al cuadro N° 9 se puede inferir:

- A) Los años con precipitaciones anuales superiores a 2000 milímetros, todos, a excepción de 1973, 1979, 1971, presentan información periodística de que sí hubo inundación.
- B) Las precipitaciones y los caudales del mes anterior al máximo promedio mensual son menores, pero son más altos sus montos en relación con los demás meses durante el año, salvo en el caso de los caudales para los años 1968, que fue de 25.13 m<sup>3</sup>/seg, 1979 con 26.16 m<sup>3</sup>/seg. y 1981 con 25.0 m<sup>3</sup>/seg.
- C) Los meses de mayor caudal corresponden todos con los meses de mayores precipitaciones a excepción de 1955, donde setiembre tiene mayor caudal y octubre mayores precipitaciones, pero se explica, ya que hubo inundaciones en los dos meses de ese mismo año.

CUADRO Nº 10

CUENCA DEL RIO TEMPISQUE: ANALISIS METEOROLOGICO  
 SEGUN: PERIODO ANALIZADO (1956 - 1984)  
 POR: MONTO DE PRECIPITACION ANUAL (DE 1500 A 2000 mm)

En el siguiente cuadro se presentan los caudales y las precipitaciones según meses que, en el período en estudio, registraron de 1.500 a 2.000 mm. como promedios mensuales.

ANO	PRECIPIT. ANUAL MMS	CAUDAL ANUAL CM3/SEG.	MES DE > PROMEDIO PRECIPIT. MMS	MES DE > PROMEDIO CAUDAL CM3/SEG.	PRECIPIT. PROMEDIO MES ANTER. MMS	CAUDAL PROMEDIO MES ANT. CM3/SEG.	HUBO INUNDAC.
1956	1931.0	389.81	Oct. 423.7	Nov. 115.78	Set. 409.7	Oct. 53.52	No
1958	1559.9	195.46	Set. 361.4	Jun. 28.48	Agos. 119.6	May. 11.37	No
1959	1616.8	195.29	Oct. 628.4	Oct. 146.31	Set. 320.5	Set. 115.16	Si
1960	1910.6	620.39	Oct. 612.1	Oct. 249.88	Set. 232.4	Set. 47.99	Si
1961	1842.2	343.27	Nov. 351.8	Nov. 119.90	Oct. 311.2	Oct. 33.97	No
1962	1871.7	218.83	Jun. 510.1	Oct. 36.76	May. 212.10	Set. 24.10	No
1964	1645.2	273.91	Jul. 464.1	Set. 64.58	Jun. 258.1	Ago. 36.26	No
1966	1650.2	288.3	Oct. 357.9	Oct. 69.52	Set. 277.6	Set. 25.58	No
1970	1991.0	320.27	Oct. 434.7	Oct. 55.72	Set. 280.0	Set. 26.58	No
1974	1844.7	365.68	Oct. 522.0	Set. 162.0	Set. 252.5	Ago. 32.1	No
1975	1996.7	478.3	Set. 632.0	Set. 188.25	Ago. 212.5	Ago. 26.17	No
1976	1716.7	242.31	May. 425.0	Oct. 35.78	Abr. 18.0	Set. 25.58	No
1980	1526.3	333.82	Set. 265.0	Nov. 115.78	Oct. 241.5	Oct. 35.67	Si
1982	1579.0	392.8	May. 670.0	Mar. 103.6	Abr. 8.2	Abr. 9.0	Si
1984	1509.2	311.12	Set. 378.0	Set. 105.0	Ago. 199.1	Ago. 23.7	No

FUENTE: Estación Meteorológica Hacienda Tempisque (Datos de Precipitación)  
 Estación de Aforo Guardia (datos de caudales)

Del análisis el cuadro Nº 10 se puede observar lo siguiente:

- A) De los años en que llovió de 1.500 a 2.000 mm, presentan información periodística de que si hubo inundaciones, los años 1959, 1960, 1980 y 1982, lo que hace pensar que posiblemente los demás años que están entre este rango de 1.500 a 2.000 mm anuales como promedio (1956, 1958, 1961, 1962, 1964, 1966, 1970, 1974, 1975, 1978, 1984), el mes anterior al mes de mayor caudal no fue muy elevado, y solo logró que el río se llenara.
- B) En los meses de este rango, entre 1.500 y 2.000 mm, los meses que superaron los 500 mm como promedio mensual (1962, 1974, 1975), el mes anterior a este máximo, no alcanzó los 255 mm. en ninguno de los meses.
- C) En 1974 y 1975 el caudal promedio mensual supera los 160  $\text{cm}^3/\text{seg}$ . como promedio mensual, pero el mes anterior no supera los 35  $\text{cm}^3/\text{seg}$ , lo que hace pensar que estos máximo solo lograron llenar el río, pero no desbordar el cauce, al menos de manera significativa.

CUADRO N° 11

CUENCA DEL RIO TEMPISQUE: ANALISIS METEOROLOGICO  
 SEGUN: PERIODO ANALIZADO (1957 - 1985)  
 POR: MONTO DE PRECIPITACION ANUAL (DE 1.000 A 1.500 mm)

El siguiente cuadro muestra los promedios de precipitación y caudales entre 1.000 y 1.500 mm.

ANO	PRECIPIT. ANUAL MMS	CAUDAL ANUAL CMS/SEG.	MES DE > PROMEDIO PRECIPIT. MMS	MES DE > PROMEDIO CAUDAL CMS/SEG.	PRECIPIT. PROMEDIO MES ANTER. MMS	CAUDAL PROMEDIO MES CMS/SEG.	HUBO INUNDAC.
1957	1461.1	235.0	Set. 421.1	Oct. 35.78	Ago. 41.9	Set. 27.24	No
1962	1351.8	216.85	Set. 280.2	Nov. 53.28	Ago. 164.8	Oct. 21.15	No
1965	1313.1	163.2	Set. 423.9	Oct. 28.38	Ago. 124.7	Set. 21.25	No
1967	1495.5	253.73	Jun. 473.7	Oct. 35.52	May. 56.7	Set. 31.01	No
1972	1212.7	333.52	May. 307.0	Oct. 133.70	Abr. 32.0	Set. 47.09	No
1976	1152.0	232.71	Set. 258.0	Set. 44.62	Ago. 164.6	Ago. 17.42	No
1983	1011.9	159.98	Jun. 269.3	Oct. 31.09	May. 31.9	Set. 16.1	No
1985	1404.2	339.53	Oct. 302.5	Nov. 117.75	Set. 197.5	Oct. 57.10	Si

FUENTES: Estación Hacienda Tempisque, datos de precipitación  
 Estación Guardia, datos de caudales

En el análisis de este cuadro N° 11 se puede inferir:

- A) Que sólo en el año 1985 se registró inundación, y que muy posiblemente los periódicos no registraron inundaciones en esta cuenca o como lo indicó Defensa Civil, en la revisión que se hizo a sus archivos históricos durante estos años, los ríos solo logran llenarse.
- B) Entre los años 1957, 1963, 1965, 1967, 1972, 1976, 1983 y 1985, ninguno superó los 475 mm de precipitación promedio mensual y para el mes anterior de precipitación, en estos años, solo en 1985 se registraron 297.5 mm en el mes de setiembre en el mes de octubre alcanzó los 302.5 mm y es en el mes de noviembre que se presentó la inundación.
- C) El análisis permite observar que, después de los 500 milímetros de precipitación promedio mensual, en ese mes hubo inundación, lo que hace pensar que aunque no aparece reporte periodístico, que posiblemente en esos de precipitaciones superiores a los 500 mm sí se dieron pequeños rebalses, pero no se reportaron, porque o habían inundaciones más graves en otras áreas del país, o porque no afectó a poblaciones, sino que solamente a algunos sectores agrícolas y en muy poca extensión.
- D) Los años de mayor caudal, coinciden con los años de mayores precipitaciones, a excepción de los años que se calculó el dato por medio de inferencia.

A modo de síntesis de este análisis comparativo de comportamientos mensuales entre montos de precipitación y caudales, se puede indicar que:

- A) Este nivel de análisis no suministra suficiente precisión, para uso productivo sobre las inundaciones del Tempisque, debido a la gran variabilidad de los montos de precipitación, especialmente en cuanto a intensidad.



CUADRO 11 B.

SERIE HISTORICA PARA EL CALCULO DE PROBABILIDADES

	PRECIPITAC. ANUALES EN MILIMETROS	MAGNITUD	CAUDAL ANUAL EN MTS. CUB.	MAGNITUD
1954	1931.1	1	522.50	1
1955	2725.7	2	633.94	2
1956	2292.6	3	398.81	3
1957	1931.1	4	522.00	4
1958	1461.1	5	195.63	5
1959	1559.9	6	395.29	6
1960	1616.8	7	620.39	7
1961	1910.6	8	343.27	8
1962	1846.2	9	218.83	9
1963	1871.1	10	214.85	10
1964	1351.8	11	273.51	11
1965	1645.2	12	163.23	12
1966	1313.1	13	288.32	13
1967	1650.2	14	253.73	14
1968	1495.5	15	380.18	15
1969	2025.0	16	607.99	16
1970	2281.5	17	320.27	17
1971	1991.0	18	441.89	18
1972	2081.3	19	333.52	19
1973	1212.7	20	484.59	20
1974	2529.8	21	365.68	21
1975	1844.7	22	478.30	22
1976	1996.7	23	233.31	23
1977	1152.0	24	236.30	24
1978	1157.9	25	242.31	25
1979	1716.7	26	386.84	26
1980	2327.9	27	333.82	27
1981	1526.3	28	511.36	28
1982	2390.3	29	392.80	29
1983	1579.0	30	159.96	30
1984	1011.9	31	311.12	31
1985	1509.2	32	342.53	32
1986	1404.2	33	210.24	33
1987	662.0	34	199.24	34

B) Sólo se alcanza un mayor nivel de aproximación a la simple aplicación de meses más lluviosos, y que se podría sintetizar en la forma siguiente:

Es posible esperar que se produzca una inundación en el río Tempisque cuando:

- Las precipitaciones anuales superan los 1.500 mm.
- El monto mensual de las precipitaciones supera, en el mes de la inundación y el inmediato anterior, los 300 mm.
- El caudal promedio del mes es superior a los 50 m<sup>3</sup>/seg.

Como se puede apreciar, el rango del caudal es excesivamente amplio ya que la tendencia de las cifras indica que sobre los 100 m<sup>3</sup>/seg. existen mayores probabilidades de una inundación.

Por último, cabe hacer notar que el mecanismo de precipitación-inundación es demasiado dinámico concentrado en unas pocas horas como para trabajar con promedios mensuales.

Lo que si es posible calcular aquí es, la probabilidad de que cualquier inundación se pueda dar en igual magnitud o excedida para cualquier año calculándolo por la fórmula siguiente:

Si queremos averiguar de acuerdo con la serie histórica para 32 años, cual es la recurrencia de un evento de 522.0 m<sup>3</sup>/seg., promedio anual.

Aplicando la fórmula de intervalo de recurrencia, se obtiene  $tp = \frac{N+1}{M}$  Pero m tiene para un evento de 522.0 m<sup>3</sup>/seg. un orden de magnitud 4 (Ver cuadro 11.B)

$$TP = \frac{34 + 1}{4} = \frac{35}{4} = 8.75$$

Lo que quiere decir que la masa promedio anual de 522.0 m<sup>3</sup>/seg. tiene una recurrencia o período de retorno de 8,75 años.

Y si se desea conocer cuál es la probabilidad que ese evento sea igualado o excedido en cualquier año. Para tal cálculo aplicamos:

$$P = \frac{1}{8,75} = 0,11 = 11\%$$

O sea que existe una probabilidad de 11% que el evento 522.0 cm<sup>3</sup>/seg. sea superado o excedido en el intervalo de 8,75 años.

Si se desea hacer el mismo cálculo en el caso de una serie histórica de precipitaciones, solamente se aplican las siguientes fórmulas y se obtiene:

$TP = \frac{N + 1}{m}$  Para un evento de 2292.26 mm en una serie histórica de 34 años con una magnitud de 3, para ese evento. (Ver cuadro 11.B)

$$TP = \frac{34 + 1}{3} = \frac{35}{3} = 11.6$$

Lo que quiere decir que el promedio anual de 2292.6 mm tiene una recurrencia o período de retorno de 11,6 años.

Y para el caso de la probabilidad de que ese evento sea igualado o excedido en cualquier año:

$$\frac{1}{TP} = \frac{1}{11.6} = 0.086 = 8.6\%$$

Existe la probabilidad de 8.6% que el evento de 2292.6 mm sea superado o igualado en 11.6 años.

En síntesis, de acuerdo con la teoría, la probabilidad de ocurrencia de inundaciones se presenta en los siguientes términos:

A) De acuerdo con la serie histórica para 34 años, la recurrencia de un evento de 522.0 m<sup>3</sup>/seg de caudal, es de 8.75 años. Y para un evento de 2292.26 mm de precipitación es de 11.6 años.

B) La probabilidad de que ese evento sea igualado o sobrepasado, para el caso de los caudales es de un 11% en el intervalo de

8.75 años, y para las precipitaciones, en un intervalo de 11.6 años es de 8.6%.

Este análisis fundamentado en la teoría de probabilidad Kobber permite conocer la probabilidad de que se den inundaciones en ciertos años y con cierto período de recurrencia, pero para los objetivos de la investigación, basarse en datos diarios con fines de pronóstico preciso, es lo que resultó ser lo más importante, como se explica más adelante.

### 6.2.3 Breve Análisis de las Variables Temperatura y Evapotranspiración

A estas alturas, ya estaba claro que solamente realizando un análisis de las variables precipitación-caudal en los días en que se produjeron las inundaciones, podría esperarse un resultado más cercano al objetivo propuesto.

Antes de presentar ese análisis, y con la finalidad de no perder de vista la eventual incidencia de la temperatura y la evapotranspiración, se ha considerado pertinente incluir aquí, un breve análisis al respecto, que refuerza lo ya señalado con anterioridad sobre esas variables.

- i) En los gráficos de las figuras 11, 12, 13, se presentaron, a partir del año 1971 hasta 1979, los datos de la evapotranspiración del área de estudio y los datos graficados de la temperatura desde 1971 a 1984. Del análisis de estas dos variables, en relación con las precipitaciones se puede inferir:
- ii) La temperatura promedio mensual, tiene muy poca variación durante el año. Oscila entre los  $26.4^{\circ}$  y  $28.9^{\circ}$  C, lo que permite pensar que no ejerce ningún cambio brusco en la evapotranspiración, y su comportamiento está poco influenciado por las precipitaciones, ya que no sufre ningún cambio significativo por el aumento o disminución de las mismas.
- iii) Las que sí aparecen muy relacionadas son la evapotranspiración y las precipitaciones, ya que un aumento en la precipitación genera una brusca disminución en la evapotranspiración y en sentido inverso, se da la misma relación; al disminuir la

precipitación, aumenta la evapotranspiración.

- iv) En cuanto a la incidencia en los caudales, se llega a la conclusión que posiblemente, los volúmenes evapotranspirados no juegan un papel significativo en la disminución de los caudales, y menos cuando hay inundaciones por la rapidez con que estas se desatan.

También se aplicó el análisis de la regresión: tomando los caudales y las precipitaciones diarios de las once inundaciones registradas en los periódicos (el total de 2 días más el día de la inundación) en algunos casos y se graficaron, tomando como variable dependiente los caudales; con lo que se pudo determinar que la nube de puntos es extremadamente dispersa, sin ninguna tendencia de concentración.

#### 6.2.4 Análisis de Relaciones entre Precipitación-Caudal a Nivel Diario a Partir de los Días de Inundación en el Tempisque

Entre otras conclusiones del análisis ya efectuado, quedó claro que, si bien es cierto, para que se produzcan las inundaciones es necesario que se hayan producido precipitaciones previas. El fenómeno de la inundación es muy rápido, supeditado, casi exclusivamente, a una fuerte concentración de precipitaciones intensas.

Por esta razón, se procedió a compilar y analizar los datos diarios de precipitación y caudal para todo el período, llegándose a la conclusión que no hay una sola inundación que se haya producido como consecuencia de las precipitaciones de un solo día. Se descubrió igualmente que, lo normal es que preceden al día de la inundación, de tres a cinco días con lluvias intensas.

Por esta razón, se llevó el análisis a diez días anteriores al de la inundación, para disminuir al máximo algún margen de error.

El análisis se prolongó hasta 10 días después de la inundación, ya que, por una parte, la disminución de la precipitación, generalmente, no es lenta y por lo mismo podría provocar otra

inundación, y debido a que, efectivamente, en unos pocos casos ha habido inundaciones separadas por pocos días de diferencia.

Se puede anticipar que con el análisis a este nivel, si se encontraron elementos de mayor precisión como para concluir algunos elementos predictivos de las inundaciones del río Tempisque.

En los siguientes dos cuadros se presenta un análisis de las precipitaciones y de los caudales diarios entre los años que se presentaron inundaciones en el río Tempisque.

CUADRO Nº 12

CUENCA DEL R'IO TEMPISQUE: DATOS DIARIOS DE PRECIPITACIONES  
SEGUN: FECHA, MONTO DE PRECIPITACION 10 DIAS ANTES  
(1954 - 1985)

Año de registro	Monte total de precipitaciones de los 10 días anteriores a la inundación cm/seg	Monte precipitación del día de la inundación cm/seg	Suma total de las precipitaciones 10 días y el día de la inundación cm/seg
1954	1476.0	229.0	1705.0
1955	206.0	34.2	240.8
1955	242.5	53.3	295.8
1959	317.7	38.8	356.47
1960	322.9	44.7	367.6
1969	237.1	46.0	283.1
1971	108.5	32.0	140.0
1980	172.5	12.0	184.5
1981	313.9	19.9	338.8
1982	450.8	57.0	507.8
1985	212.1	4.0	216.1

Fuente: Estacion Hacienda Tempisque (IMN)

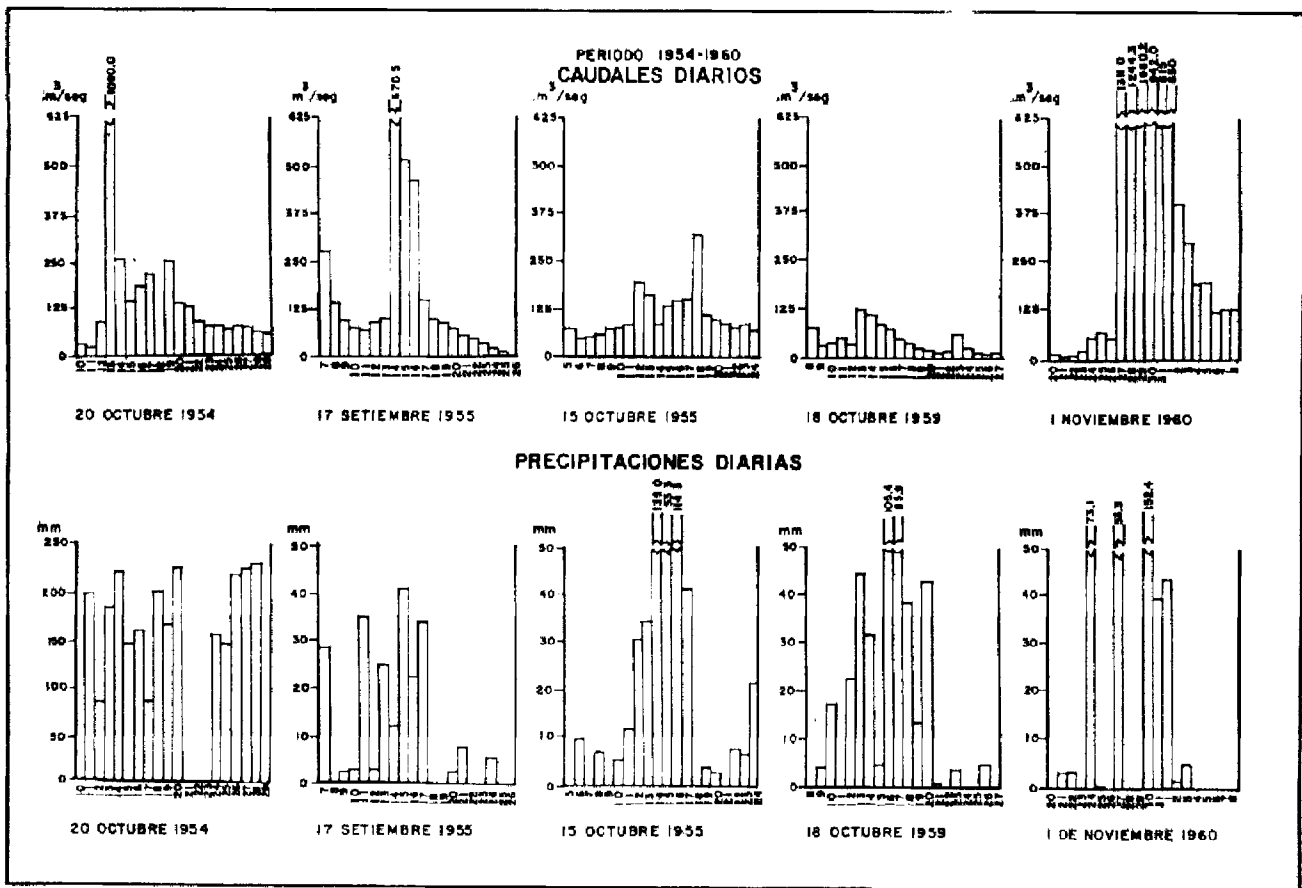
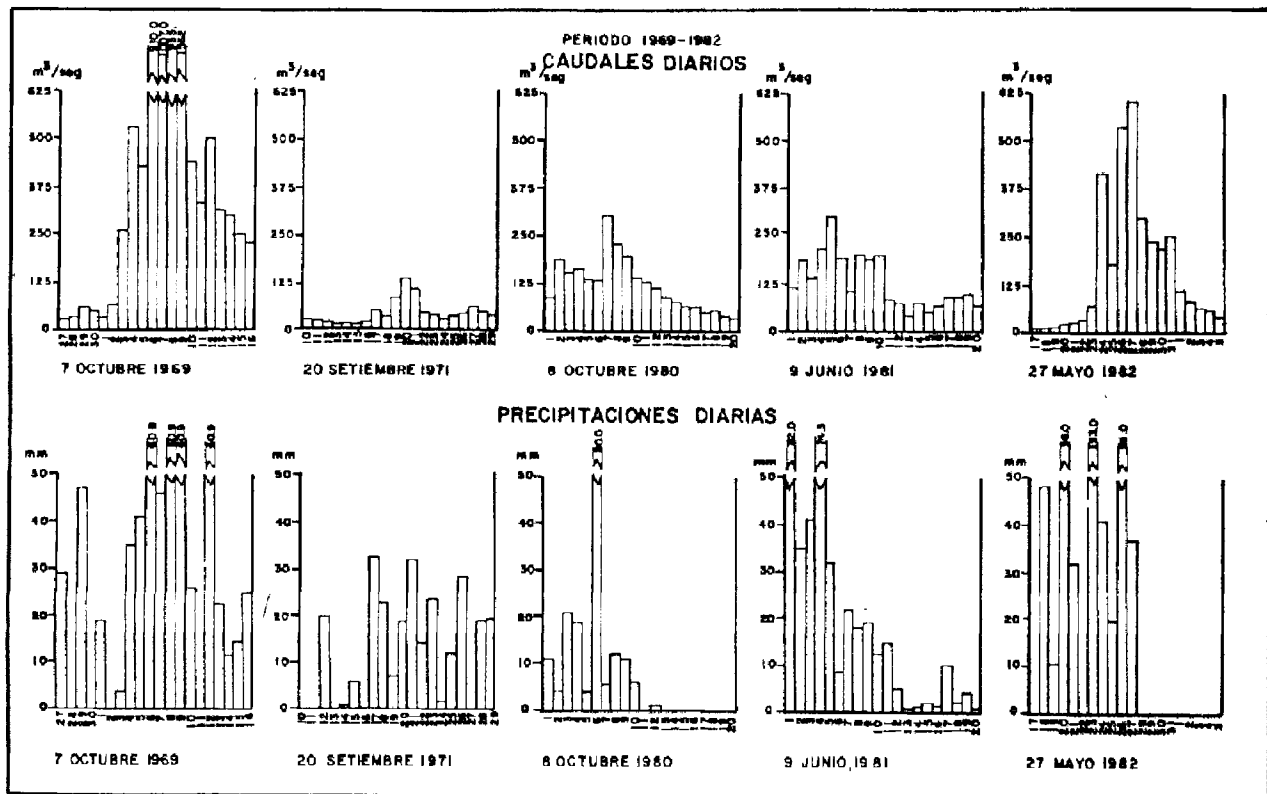


FIGURA # 17



Figuras # 17 Y # 18 análisis de la precipitación y el caudal a nivel diario, para la cuenca del río Tempisque

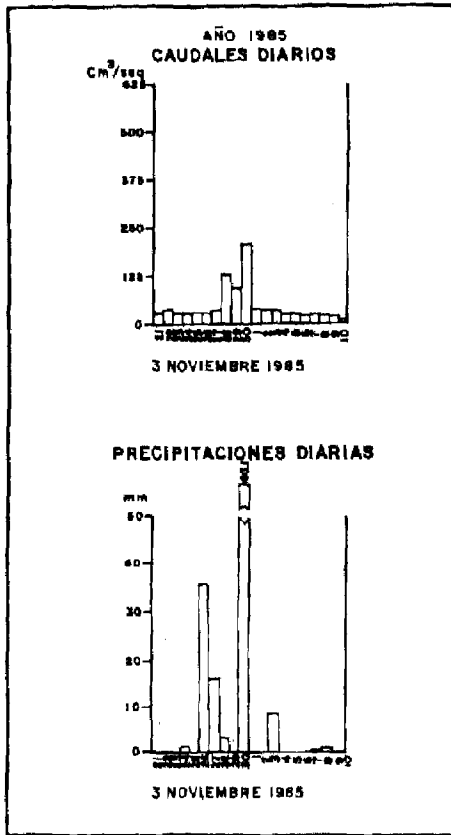


Figura # 19 Comportamiento de las precipitaciones y de los caudales, diarios para la cuenca del río Tempisque (periodo analizado)



Al realizar el análisis del cuadro anterior se puede observar que, al sumar los montos de precipitación de diez días anteriores al día de la inundación el monto de precipitación mínima necesaria para generar una inundación es de 108.5 mm, columna 2

Si se observa la columna 3 del mismo cuadro se puede ver que aparecen todos los montos de precipitación mínima necesaria que puede desatar una inundación después de haber caído en diez días anteriores como mínimo 108.5 mm es de 32.0 mm.

Con la suma de las columnas 2 y 3 se puede decir que la cantidad mínima de precipitación con la que hay inundación es de 140.5 mm caídos en un máximo de diez días.

CUADRO Nº 13

CUENCA DEL RIO TEMPISQUE: ANALISIS DIARIOS DE CAUDALES  
 POR: AÑOS (1954 - 1985)  
 SEGUN: MONTO DE CAUDALES DE 20 ANTES A LA INUNDACION,  
 CAUDAL DEL DIA DE LA INUNDACION, DIFERENCIA ENTRE  
 LOS 10 DIAS Y EL PRIMERO Y EL CAUDAL PROMEDIO

AÑO DE LA INUNDACION	Monto Caudal correspondiente del 1º de los 10 días antes de la inundación $\text{cm}^3/\text{seg}$	Caudal del día de la inundación $\text{cm}^3/\text{seg}$	Diferencia del caudal del día de las inundación con el del 1º de los 10 días antes de la inundación $\text{cm}^3/\text{seg}$	Caudal promedio de los 10 días antes de la inundación $\text{cm}^3/\text{seg}$
1954	33.40	2.549.40	2.516.0	240.63
1955	278.80	2.693.48	2.414.68	223.37
1956	63.55	1.069.75	1.006.20	93.07
1959	84.15	806.74	722.59	75.21
1960	38.10	7.306.51	7.268.41	688.15
1969	42.98	3.477.65	3.434.67	247.0
1971	33.27	591.13	557.86	48.35
1980	127.8	1.764.80	1.637.00	155.78
1981	115.0	1.741.0	1.626.0	178.8
1982	8.49	1.993.19	1.984.70	101.33
1985	35.2	739.18	703.98	70.06

FUENTE: Estación Guardia (ICE, SENARA)

Al analizar este cuadro se pueden hacer las siguientes observaciones:

- ) De la primera columna que el caudal mínimo a partir del cual es dable esperar una inundación, es de 33.27 m<sup>3</sup>/seg., siempre que, en los días siguientes se mantenga un caudal promedio, entre 48.35 m<sup>3</sup>/seg. y que la inundación se produzca a partir del momento que el caudal llegue a 591.13 m<sup>3</sup>/seg., lo que está dado por el día de la inundación

En síntesis, si relacionamos el análisis de las precipitaciones con los caudales en los días críticos, se puede obtener una aproximación bastante certera acerca de los momentos a partir de los cuales se puede predecir la inundación.

Este momento se puede determinar en la forma siguientes:

Si las precipitaciones durante dos o tres días seguidos iniciado el período de lluvia llegan a 108.5 mm. es posible esperar una inundación; cuando a lo anterior, se agrega una precipitación mínima inmediata de 32.0 mm. es casi seguro que se produce la inundación si se relaciona a:

Que el caudal promedio, durante los mismos dos o tres días esté entre 48.35 m<sup>3</sup>/seg. como mínimo y que en ese mismo lapso se produzcan caudales máximos de 591.13 m<sup>3</sup>/seg. es posible esperar una inundación y;

Si en adición a los tres aspectos anteriores se presenta un caudal de sólo 33.27 m<sup>3</sup>/seg. es casi seguro que se producirá la inundación.

Con estos criterios, sumados a un buen mecanismo de alerta que permita coordinar, en los períodos críticos, la información de campo en el área con las predicciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional, sería perfectamente posible establecer un mecanismo de evacuación con, por lo menos, cuarenta y ocho horas de anticipación al momento en que se produzca el desborde del río Tempisque en el área estudiada.

## 6.3- SINTESIS DEL PROCESO DE INUNDACIONES EN EL TEMPISQUE

### 6.3.1 Condiciones Preexistentes

Se esquematizan aquí aquellos componentes del geosistema del área que no inciden directamente en desencadenar el fenómeno de las inundaciones, pero que coadyuvan a que el fenómeno se presente.

- A) Aspectos geológicos: Las formaciones superficiales presentan una permeabilidad que no favorece la infiltración, en la cantidad y velocidad necesarias y en las formaciones más antiguas la permeabilidad es menor aún. Esto significa que la descarga del río, por infiltración es casi nula.

El tectonismo de la depresión del Tempisque también ha influido al hacer bajar el área, disminuyendo el gradiente y favoreciendo, en última instancia la peneplanización del área, por el desplazamiento multidireccional de las aguas, fuera de su cauce en momentos de crecida.

Las cercanías de la estructura montañosa en este sector, también contribuye en alguna medida, permitiéndole el rápido transporte del agua hacia esta área, particularmente cuando la región es azotada por intensas precipitaciones areales.

- B) Condiciones Geomorfológicas: El que el área sea plana casi en su totalidad, por el condicionamiento ya indicado, lo angosto del lecho, la curva y el que en algunos lados sea más alto que el área vecina por la sedimentación que se ha dado en el lecho del río, provoca que hayan sectores más propensos a las inundaciones.
- C) Clima: La temperatura que no ejerce ninguna influencia porque la humedad es más o menos alta todo el año; la evapotranspiración que actúa en los meses en que no hay precipitación son importantes relacionarlas con los caracteres geológicos y la permeabilidad, ya que, si tenemos rocas de baja y mediana infiltración y en los meses de setiembre y agosto se registran

excedentes arriba de los 200 mm de agua, es fácil comprender que las condiciones son propicias para que se den las inundaciones.

- D) El Hombre: Que ha usado la tierra y, en alguna medida ha contribuido a que los desastres por inundaciones sean mayores por la deforestación en los sectores de montaña, pero especialmente en los valles de los ríos como en el lecho actual, las riberas y el valle de inundación y por exponerse al instalarse en forma permanente sin considerar las medidas especiales desde un punto de vista de estructuras y diseños que deben aplicarse.

#### 6.3.2 Factores Críticos

La concentración de las precipitaciones en pocos meses y la intensidad de las lluvias en pocos días, se agregan como factores definitivos de las inundaciones. Esto hace posible esperar una inundación, cuando hayan caído durante diez días un total de 108 mm, y en un momento el caudal alcance los 591.13 cm<sup>3</sup>/seg. como mínimo.