

---

---

# Vulnerabilidad de estructuras de puentes en zonas de gran influencia de ciclones tropicales.

## Informe de estudios Hidrológico Puente Río Tomatlán

**Elaborado por:**  
Instituto de Ingeniería  
UNAM

## Control documental

### Información del documento

	Información
<i>Numero de documento</i>	<i>Hidro- Tomatlán</i>
<i>Elaboro</i>	<i>Ing. David Flores Vidriales</i>
<i>Fecha de Expedición</i>	<i>10/11/2017</i>
<i>Fecha de Última Edición</i>	<i>10/11/2017</i>
<i>Nombre del archivo</i>	<i>Hidro- Tomatlán</i>

### Historia del documento

Versión	Fecha	Cambios
<i>1.0</i>	<i>10/11/2017</i>	<i>Propuesta para comentarios</i>

## Contenido

Informe general.....	3
Objetivo.....	3
1.- Generalidades.....	3
2.- Estudio Hidrológico .....	4
Observaciones.....	4
3.- Estudio Hidráulico .....	5
Memoria de cálculo.....	7
1.- Recopilación de información .....	7
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	9
Datos de la estación hidrométrica: .....	10
4.- Croquis de localización .....	12

# 1

## Informe general

---

### Objetivo

El objetivo del estudio es obtener el gasto de diseño asociado a un periodo de retorno 100, 500 y 1,000 años, hasta el sitio donde se localiza el cruce, mediante la aplicación de métodos hidrológicos apropiados a las características de la cuenca.

### 1.- Generalidades

La corriente nace a 114.0 km del sitio de cruce y desemboca a 7.8 km, en el estero Majahuas (océano Pacífico); dicha descarga no provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 1,918.5 km<sup>2</sup> y pertenece a la Región Hidrológica No. 15 Costa de Jalisco (Río Tomatlán), según clasificación de la extinta SARH. Ver croquis de localización. En la zona del cruce, la vegetación se puede clasificar como de pastizales, cultivos y huertas y el terreno es de lomerío.

El cauce en la zona de cruce es sinuoso, estable y encajonado. El escurrimiento es de carácter perenne.

El período de lluvias en la región comprende los meses de junio a octubre.

La precipitación media anual es de 1304 mm.

## 2.- Estudio Hidrológico

---

Método aplicado Distribución de Probabilidades (Programa AX). Es importante mencionar que el gasto se determinó mediante la aplicación de 8 funciones de distribución de probabilidad, resultando la del método de Nash una de las más adecuadas.

Información utilizada Se utilizó información de gastos máximos aforados en la estación hidrométrica Cajón de Peña Izquierda, ubicada a 39 km aguas arriba del sitio de cruce, sobre la misma corriente que se estudia. Asimismo, para la ubicación del cruce se utilizaron las cartas topográficas del INEGI, E13A18 La Gloria y E13A19 Tomatlán, escala 1:50,000.

Se obtuvo un caudal máximo hasta el cruce, de 5951.2 m<sup>3</sup>/s, asociado al período de retorno de 100 años.

Adicionalmente se determinaron los gastos para períodos de retorno de 500 y 1000 años, mismos que resultaron de 7405.7 y 8031.1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

### Observaciones

El gasto obtenido es confiable, ya que la estación hidrométrica se ubica sobre la misma corriente que se estudia, y cuenta con un registro de 22 años, en el periodo de 1954 a 1975. El gasto máximo aforado es de 3100 m<sup>3</sup>/s y se registró en el año de 1971.

Es importante mencionar que en el año de 1974 se construyó a 39.0 km aguas arriba del cruce la presa Cajón de Peña, la cual que está constituida por una cortina de materiales graduados, de 1015 m de longitud y 68 m de altura, que cuenta con una obra de excedencia que consiste en un vertedor de 48.0 m de longitud, de cresta controlada, ubicado en el extremo derecho de la cortina. El control se realiza mediante 5 compuertas radiales, ancho 8.0 m y altura 12.0 m, operadas mediante mecanismos eléctricos situados en un puente de concreto apoyado en cuatro pilas que cruza sobre la cresta del vertedor. La finalidad de la presa es dotar de riego a una superficie de 33,855 has y para control de avenidas.

El gasto máximo de la obra de excedencia es de 4000 m<sup>3</sup>/s, con una carga sobre la cresta vertedora de 15.3 m, con las compuertas totalmente abiertas. Cabe señalar que dichas obras generalmente se diseñan para periodo de retorno de 10,000 años y de acuerdo con el estudio hidrológico efectuado en el presente estudio, el gasto para dicho periodo sería de 5807 m<sup>3</sup>/s, por lo que se consideran confiables los resultados obtenidos con el estudio hidrológico.

### 3.- Estudio Hidráulico

---

Para realizar el estudio hidráulico se utilizó tres secciones hidráulicas que fueron levantadas en campo, en la siguiente tabla se presenta el resumen una vez que se han obtenido los resultados, es conveniente aclarar que el gasto calculado para un periodo de retorno de 1000 años se transitó el gasto por las secciones hidráulicas.

El gasto asociado a un periodo de 100 años se obtuvo al transitar el caudal obtenido del estudio hidrológico.

Sección hidráulica Núm.	Ubicación	Velocidad m/s	Gasto obtenido en m <sup>3</sup> /s	NAME elevación en m.
<b>01</b>	75.92 m aguas arriba del cruce	4.98	5,972.76	92.57
<b>02</b>	En el cruce	5.09	5,977.49	91.389
<b>03</b>	60.00 m aguas abajo del cruce	5.13	5,973.12	90.455
PROMEDIO		<b>5.06</b>	<b>5,974.46</b>	

Se obtuvo un caudal máximo hasta el cruce, de 5,921.20 m<sup>3</sup>/s, asociado al periodo de retorno de 100 años, reportado en el estudio hidrológico, al transitarlo por sección-pendiente, se obtuvo un caudal promedio de 5,973.12 m<sup>3</sup>/s asociado a una velocidad de 5.06 m/s.

El gasto asociado a un periodo de 1000 años se resume en la siguiente tabla.

Sección hidráulica Núm.	Ubicación	Velocidad m/s	Gasto obtenido en m <sup>3</sup> /s	NAME elevación en m.
<b>01</b>	75.92 m aguas arriba del cruce	5.45	8,079.95	94.120
<b>02</b>	En el cruce	5.56	8,075.12	92.939
<b>03</b>	60.00 m aguas abajo del cruce	5.61	8,071.95	92.005
PROMEDIO		<b>5.54</b>	<b>8,075.67</b>	

Se obtuvo un caudal máximo hasta el cruce, de 8,075.67 m<sup>3</sup>/s, asociado al período de retorno de 1000 años, y una velocidad de 5.54 m/s.



## Memoria de cálculo

---

### 1.- Recopilación de información

Localización y ubicación del cruce.

1. Carta topográfica del INEGI, G13C51 Navolato, escala 1: 50,000, editada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI.
2. Atlas de comunicaciones y transportes, del estado de Sinaloa, editado por la Coordinación General de Planeación, de la SCT.
3. -Boletín hidrológico correspondiente a la región hidrológica 10 "Sinaloa", editado por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Información hidrométrica de la corriente en estudio.

Gastos máximos anuales aforados en la estación hidrométrica "Chico Ruiz" localizada a 23.5 km aguas arriba del sitio de cruce, sobre la misma corriente que se estudia. La estación fue instalada por la SARH y los datos se obtuvieron del Boletín hidrológico.

1. Actualización de los datos hidrométricos obtenidos de la base de datos BANDAS, del IMTA-CONAGUA.

Con la información obtenida durante la visita de campo efectuada previamente a la realización del estudio, se localizó el cruce en la carta topográfica G13C51 Navolato, escala 1: 50,000 y en el plano de la región hidrológica correspondiente.

Debido a que se observó que la cuenca de aportación hasta el cruce es importante, se revisó el boletín hidrológico de la región 10 "Sinaloa", y la base de datos BANDAS, para investigar sobre la existencia de estaciones hidrométricas que aoren la corriente en estudio.

Se encontró una estación cercana al cruce, que aora la misma corriente del río Pericos y se localiza aguas arriba del cruce, en el cruce de la carretera federal libre Culiacán - Guamúchil, con aforos de 1976 a 1989. Por lo anterior, se determinó utilizar la estación "Chico Ruiz", ya que se cuenta con un registro suficiente para efectuar una distribución de probabilidades. Es importante mencionar que se encontró también otra estación, denominada Los Pericos, ubicada aproximadamente a 20 km aguas arriba del cruce, que cuenta con un periodo de registro menor, de 1960 a 1992, misma que se consideró menos confiable por la extensión del registro de gastos.

Debido a que sí se encontraron aforos de la corriente, para obtener la avenida máxima probable, asociada a un periodo de retorno de 100 años, y gastos complementarios de 500 y 100 años de periodo de retorno, se analizó la información de gastos máximos de la estación hidrométrica, mediante la aplicación entre otros, del método Exponencial y Gama 2P, al ser de las distribuciones de probabilidad con ajuste aceptable a la prueba de bondad de Mínimos cuadrados.

El cálculo del gasto hidrológico se elaboró en hoja de cálculo con el programa AX, que aplica los métodos: Exponencial, Gamma 2P, Gumbel 1P, Gumbel 2P, Log Normal, Nash, Normal y Pearson III. Los resultados se presentan en el apartado 3 de este capítulo. Cabe mencionar que los mejores resultados se obtuvieron para las distribuciones Exponencial, Gama 2P y Pearson III, eligiendo como la mejor la distribución Exponencial.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se considera que este puente es suficiente, desde el punto de vista hidráulico para drenar el caudal de diseño de 100 años, inclusive el de 1000 años, ahora bien desde el año de 1974 este caudal está regulado por la construcción de la presa Cajón de Peña, la cual se construyó a 39.0 km aguas arriba del cruce, la cual que está constituida por una cortina de materiales graduados, de 1015 m de longitud y 68 m de altura, que cuenta con una obra de excedencia que consiste en un vertedor de 48.0 m de longitud, de cresta controlada, ubicado en el extremo derecho de la cortina. El control se realiza mediante 5 compuertas radiales, ancho 8.0 m y altura 12.0 m, operadas mediante mecanismos eléctricos situados en un puente de concreto apoyado en cuatro pilas que cruza sobre la cresta del vertedor. La finalidad de la presa es dotar de riego a una superficie de 33,855 has y para control de avenidas.

El gasto máximo de la obra de excedencia es de 4000 m<sup>3</sup>/s, con una carga sobre la cresta vertedora de 15.3 m, con las compuertas totalmente abiertas. Cabe señalar que dichas obras generalmente se diseñan para periodo de retorno de 10,000 años y de acuerdo con el estudio hidrológico efectuado en el presente estudio, el gasto para dicho periodo sería de 5807 m<sup>3</sup>/s, por lo que se consideran confiables los resultados obtenidos con el estudio hidrológico, así como el tránsito de avenidas por la sección de cruce.

Datos de la estación hidrométrica:

ESTACION CAJÓN DE PEÑA IZQUIERDO, SOBRE EL RIO TOMATLAN.

Área de cuenca drenada 1,102 km<sup>2</sup>.

Coordenadas      Longitud W 105° 04' 30"  
                          Latitud    N 20° 00' 00"

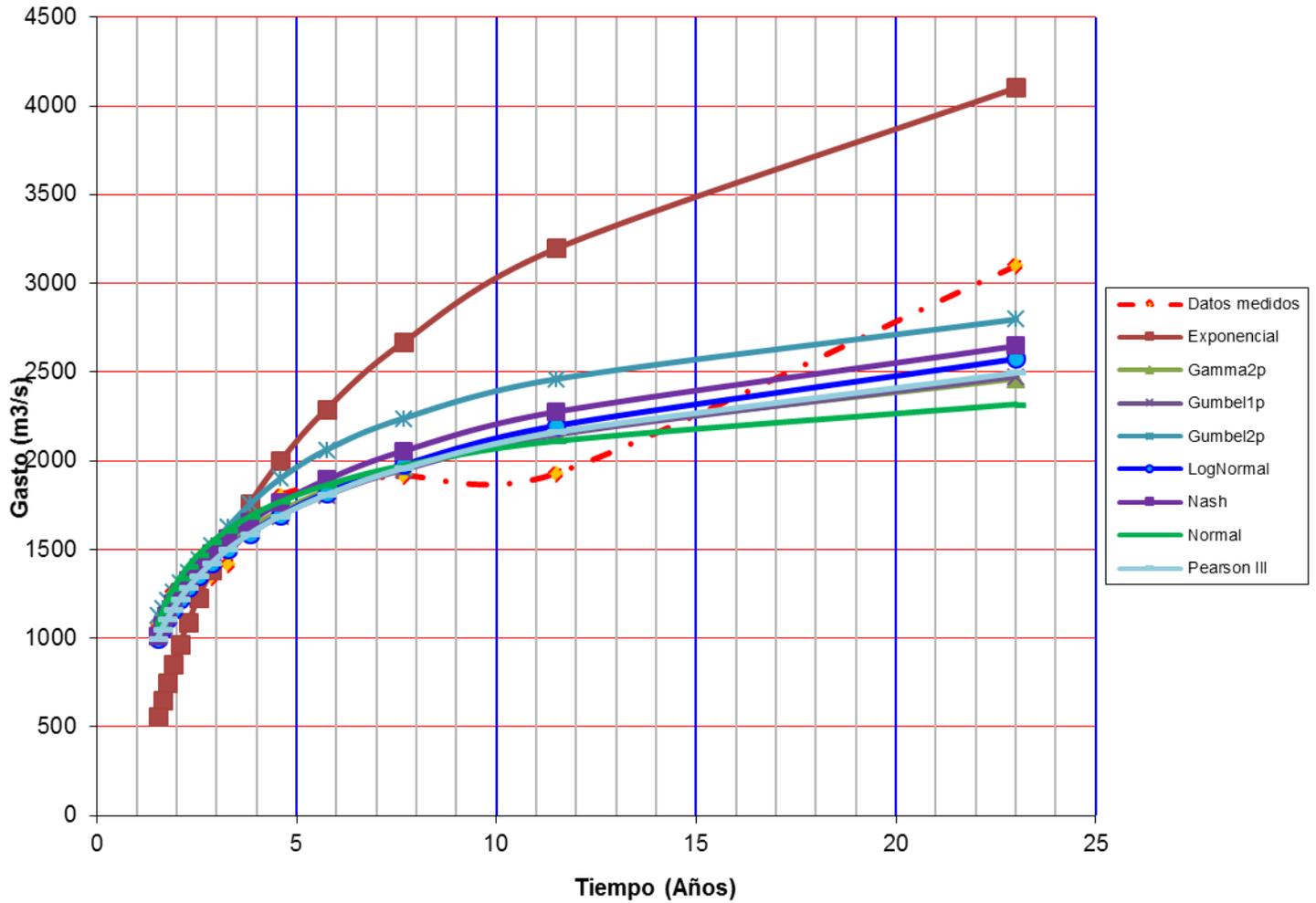
Ubicación: La estación hidrométrica se encontraba situada en el Estado de Jalisco, Municipio de Tomatlan, sobre el río Tomatlán a 50 km de su desembocadura en el Océano Pacífico

**Objeto de su instalación:** Conocer el régimen de escurrimiento de la corriente, y muy especialmente sus gastos extremos, para proyectos de obras hidráulicas.

Se aplicó el programa de cálculo AX al registro de gastos máximos anuales aforados en la estación hidrométrica "Chico Ruiz", de cuyos cálculos se obtuvieron los gastos que a continuación se resumen.

Distribución	Q Tr=100 años	Q Tr=500 años	Q Tr=1000 años
Exponencial	6028.5	8135.4	9042.8
Gamma2p	3053.3	3660.6	3913.8
Gumbel1p	3155.5	3896.0	4214.4
Gumbel2p	3430.8	4009.9	4306.6
LogNormal	3399.9	4359.2	4796.0
Nash	3418.4	4253.9	4613.1
Normal	2678.2	3002.8	3127.6
Pearson III	3180.2	3903.7	4211.5

### Gastos medidos y calculados.



#### 4.- Croquis de localización



Figura 1 Croquis de localización



Figura 2 Croquis de