



**Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas:  
Desarrollo de Nuevos Modelos en México**

# **Propuesta de caudal ecológico en la cuenca del río Conchos y su consideración en el estudio de disponibilidad de aguas superficiales**

**Octubre, 2009**

**WWF México. Programa Agua**

# ÍNDICE

<b>ACRÓNIMOS</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>3. ASPECTOS FÍSICOS DE LA CUENCA</b>	<b>8</b>
3.1 Localización	8
3.2 Clima	9
3.3 Geología	10
3.4 Hidrología y sus principales problemas	11
3.4.1 Subcuenca Alta	11
3.4.2 Subcuenca Media	13
3.4.3 Subcuenca río San Pedro	14
3.4.4 Subcuenca río Florido	16
3.4.5 Subcuenca Baja	16
3.5 Alteración de regímenes hidrológicos	19
3.6 Vegetación	20
<b>4. RIQUEZA BIOLÓGICA AMENAZADA</b>	<b>20</b>
4.1 Disminución de especies de peces	21
4.2 Macroinvertebrados acuáticos	26
4.3 Cambio de uso de suelo	30
<b>5. ASPECTOS JURÍDICOS DEL CAUDAL ECOLÓGICO</b>	<b>33</b>
<b>6. USOS DEL AGUA: PRESIONES SOBRE RÍOS Y ACUÍFEROS</b>	<b>36</b>
6.1 Unidades de riego y el caudal ecológico	36
6.2 Balance hídrico de la cuenca	40
<b>7. DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES</b>	<b>43</b>

7.1 Criterios de selección de sitios	44
7.2 Integración de bases de datos	45
7.3 Sitios con información hidrológica deficiente o nula	46
7.4 Participación de especialistas e instituciones	46
7.5 Metodología	47
7.6 Desarrollo de talleres y trabajo de campo	49
7.7 El nuevo cálculo de la disponibilidad de agua en la cuenca	49
7.8 Determinación de la integridad del hábitat	49

---

## **8. RESULTADOS DE CAUDAL ECOLÓGICO**

8.1 Integridad del hábitat	50
8.2 Valores y volúmenes de caudal ecológico	54
8.3 Hidrogramas de los sitios	56

---

## **9. MONITOREO DE FLUJO EN SITIOS CON CAUDAL ECOLÓGICO**

---

## **10. CONCLUSIONES**

---

## **11. AGRADECIMIENTOS**

---

## **12. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

### **ANEXOS**

Anexo 1 Participantes en los talleres de CE celebrados en Chihuahua, Chih.	73
Anexo 2 Participantes del taller de CE realizado en el IMTA, Jiutepec, Mor.	75
Anexo 3 Fichas técnicas	79
3.1 Sitio Cuchillo Parado (VM1)	80
3.2 Sitio El Potrero (VM2)	108
3.3 Sitio Estación Conchos (VM3)	137
3.4 Sitio San Pedro de Conchos (VM5)	161
3.5 Sitio Agua Caliente (VM6)	190
3.6 Sitio Valle del Rosario (VMa)	214
3.7 Sitio Valle de Zaragoza (VMb)	237
3.8 Sitio Camargo (VMc)	259
3.9 Sitio Congregación Ortíz (VMd)	279

## ACRÓNIMOS

BBM	Metodología <i>Construcción de Bloques</i>
CE	Caudal ecológico
CIDIR-Dgo	Instituto Politécnico Nacional - Durango
CILA	Comisión Internacional de Límites y Agua
CNA	Comisión Nacional del Agua
Conagua	Comisión Nacional del Agua
DR005	Distrito de Riego Delicias 005
ETM	Enhanced Thematic Mapper
EUA	Estados Unidos de América
FGRA	Fundación Gonzalo Río Arronte
hm <sup>3</sup>	Hectómetros cúbicos = millones de metros cúbicos
IBI	Índice de integridad Biológica
IBWC	International Border and Water Commission
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INECOL-Dgo	Instituto de Ecología, A.C. - Durango
IRTA España	Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MSS	Multispectral Scanner
NADBANK	Banco de Desarrollo de América del Norte
Profauna	Protección de la Fauna Mexicana, A.C.
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMO	Sierra Madre Occidental
TM	Thematic Mapper
UACH	Universidad Autónoma de Chihuahua
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO-IHD	Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura
URDERALES	Unidades de Desarrollo Rural
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund)

# RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente documento reseña el proceso desarrollado para la determinación de valores de caudal ecológico para nueve sitios estratégicos de la cuenca del río Conchos, en el estado de Chihuahua. Durante un periodo de tres años (2006-2008), más de 50 expertos nacionales e internacionales, representando a 18 agencias de gobierno, a instituciones académicas y de la sociedad civil participaron en este proceso con el objetivo de: i) conservar

las condiciones actuales de tramos del río donde anualmente se presentan flujos naturales y por consecuencia se presenta un hábitat ribereño y un nivel de biodiversidad en buenas condiciones, como es el caso de las zonas altas de la cuenca; y ii) recuperar algunas de las condiciones físicas y bióticas del cauce en zonas con un medio y alto nivel de degradación como son la zona media y baja de la cuenca.

Los objetivos del caudal ecológico llevan implícito beneficiar a toda la cuenca de tal forma que se pretende asegurar el volumen anual de agua proveniente de la cuenca alta para su uso en la cuenca media, disminuir el riesgo de inundaciones en poblaciones aledañas al río, favorecer la recarga de acuíferos y consecuentemente reducir la contaminación natural de acuíferos por arsénico y flúor en la cuenca media y baja. Finalmente, la implementación de caudales ecológicos permitirá mantener el equilibrio entre la salud de la naturaleza, el bienestar social y las actividades económicas de esta gran cuenca chihuahuense.

La base técnica y científica de los caudales ecológicos determinados se fundamenta en los principios de la metodología holística Construcción de Bloques, o BBM, (King et al., 2000). Esta metodología engloba los aspectos físicos, hídricos, bióticos y sociales de la cuenca permitiendo con ello la valoración de todas las variables que se involucran en el manejo del agua de una cuenca.

Los caudales ecológicos integran a cuatro de las cinco subcuencas que integran el sistema hidrológico del río Conchos, incluyendo a : i) En las zonas altas de las principales subcuencas, donde se cuenta con buenas condiciones hidrológicas y buen hábitat ribereño, los resultados son valores altos de hasta el 70% del flujo anual medio, permitiendo con ello conservar la riqueza de las cabeceras de cuenca y su enorme potencial de proveedor de servicios ambientales, lo que persevera los beneficios socioeconómicos para el resto de la cuenca; ii) los caudales ecológicos para la subcuenca Media presentan valores bajos totalizando un volumen anual de 110 hm<sup>3</sup>, el cual representa únicamente el 7.5%

del escurrimiento anual medio de los dos principales embalses de la cuenca y el 44.3% del ahorro anual de agua proyectado de 248 hm<sup>3</sup> por tecnificación del Distrito de Riego 005 Delicias. iii) Finalmente, en la subcuenca Baja, donde el río vuelve a recuperar parte de su condición natural, el volumen de caudal ecológico determinado queda satisfecho ampliamente por el volumen medio anual (686 hm<sup>3</sup>) que se libera para el cumplimiento del tratado de aguas de 1944, el cual únicamente requiere establecerse un nuevo patrón de liberación desde la presa Luis L. León para cumplir con las especificaciones del caudal ecológico. En todos los casos, los caudales ecológicos intentan reproducir el patrón de comportamiento de los flujos estacionales de la cuenca pero a una escala menor pero facilitando la conectividad longitudinal y transversal del cauce para revertir las actuales tendencias de degradación del río y consecuentemente el bienestar social.

Para garantizar y potenciar los resultados ambientales del caudal ecológico, su aplicación deberá estar asociada a otras prácticas de conservación del recurso hídrico donde destaca la conservación de la vegetación nativa en las cabeceras de cuenca, la disminución de la explotación de acuíferos, la aplicación de la ley para garantizar la permanencia de los flujos en el cauce, así como la regulación de la extracción de agua de cauces, la reducción de descargas de aguas residuales sin tratar y el control de la extracción de materiales pétreos de cauces. Estas actividades asociadas a la implementación del caudal ecológico deberán formar parte de una visión y acción de manejo integrado de la cuenca.

De esta forma, la aplicación de los caudales ecológicos facilitará el cumplimiento de las leyes federales en materia ambiental como lo es la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) donde se establece la necesidad de proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico de los cauces de ríos, humedales y manantiales existentes en la cuenca.

La inacción en este sentido significa continuar con la degradación paulatina pero constante de la cuenca, situación que acelera su desertificación, afectando con ello, no únicamente a la naturaleza, pero a toda la sociedad. Nunca debemos olvidar que el río Conchos es la principal fuente de agua superficial, casi podemos decir que la única, con que cuenta el Estado de Chihuahua, por lo tanto la degradación o conservación de esta fuente invaluable de agua va de la mano con el estancamiento o el avance de todos nosotros y de nuestras próximas generaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tema de caudal ecológico por ser un tema nuevo en México crea falsos prejuicios que requieren ser clarificados. La comprensión del concepto de caudal ecológico, sus cualidades ambientales y los beneficios que aportan a la sociedad ayudaran al lector a afianzar el conocimiento pragmático que tiene la sociedad de desarrollar nuestras actividades diarias en armonía con el medio que nos rodea para nuestro propio beneficio.

### **¿Qué es el caudal ecológico?**

El caudal ecológico (CE) se define “como *la cantidad, calidad y tiempo del caudal de agua necesaria para mantener los ecosistemas de agua dulce, estuarios y el bienestar humano que dependen de esos ecosistemas*” (Declaración de Brisbane, 2007). Tal concepto implica el reconocimiento de que el mantenimiento de la biodiversidad es la clave de la salud del ecosistema y de su uso sustentable (King et., al, 2000).

### **¿Por qué necesitamos caudales ecológicos en nuestros ríos?**

Durante las últimas décadas, el volumen de agua que fluye por los cauces de la cuenca ha decrecido como resultado del manejo que se ha hecho del recurso hídrico. La construcción de presas, los volúmenes almacenados y derivados, así como la sobreexplotación de acuíferos y la extracción ilegal del agua a lo largo del cauce son los principales factores para que importantes tramos del río, anteriormente perennes, ahora no presenten flujos la mayor parte del año. Esta drástica modificación del régimen de flujo ha resultado en la pérdida del hábitat ribereño y su biodiversidad y consecuentemente limitando los servicios a la sociedad, los económicos y ambientales e incrementando con ello la desertificación de la cuenca.

### **¿Qué estamos haciendo?**

Desde el año 2004 se instrumenta el Programa de Manejo Integral de la Cuenca del Río Conchos (MICRC). Este programa incluye entre sus objetivos la instrumentación de caudales ecológicos en tramos críticos del cauce principal y de sus afluentes más importantes. Alcanzar este objetivo permitiría recuperar de manera parcial tramos degradados del río y conservar tramos que aún presentan buenas condiciones físicas y de la integridad de su hábitat, los cuales han estado funcionando desde la formación de la cuenca hidrológica como reservas fluviales para el resto de la cuenca.

Este documento integra los resultados obtenidos con la participación de más de 50 expertos en varias disciplinas (Anexo 1), quienes determinaron los caudales ecológicos para nueve sitios estratégicos de la cuenca. Es recomendable la evaluación de estos resultados y su integración efectiva a la planeación hídrica anual como parte de la gestión integrada de los recursos hídricos,

la conservación de recursos naturales y de los ecosistemas vitales y el medio ambiente, como está establecido en la Ley de Aguas Nacionales.

Investigaciones hidrológicas realizadas durante las últimas décadas han estudiado y desarrollado estrategias para ayudar a resolver el problema de la sustentabilidad de los ríos (Richter, 2003). A la fecha, el Manejo Integrado de Cuencas Hidrológicas es considerado una de las mejores herramientas de manejo hídrico, incluyendo la implementación de caudales ecológicos en los cauces para mantener los ecosistemas de agua dulce en buen estado, los servicios ambientales que éstos prestan y, consecuentemente, el bienestar humano (Baron, et al, 2002; Richter, 2003; Brisbane, 2007; Lenin et al., 2009; Acreman et al., 2009; Hirji and Davis, 2009)

Para determinar e implementar el caudal ecológico para un río o cuerpo de agua consideran las siguientes suposiciones (King et., al, 2000):

- La disponibilidad de agua en la cuenca.
- La capacidad de recuperación de los ríos (resiliencia).
- El régimen natural de los ríos, como un elemento necesario para el mantenimiento de su biodiversidad.
- El mantenimiento del hábitat, como medio para asegurar la conservación de las especies.
- La salud de las comunidades biológicas ribereñas, principalmente las de las zonas semiáridas, obedece a factores de naturaleza abiótica, como la hidráulica, la hidrología y la geomorfología, que al interactuar con lo biótico constituyen los espacios físicos que conforman los hábitat.

## **2. ANTECEDENTES**

La problemática hidrológica de la cuenca está determinada por eventos antropogénicos que, aunados a la incertidumbre climática, generan intensos niveles de estrés hídrico. Entre sus principales problemas destaca la sobre-concesión de los derechos de explotación, uso y aprovechamiento del agua; la extracción clandestina de agua; la sobreexplotación de acuíferos; así como la contaminación por descargas de aguas residuales sin tratar y de los retornos de riego agrícola.

Estos problemas han generado un déficit en la disponibilidad absoluta de agua por 742.2 hm<sup>3</sup> (Conagua, 2008a). En la región también se presentan eventos de sequía de manera cíclica (Díaz, et al., 2002; Endfield, 2007), los cuales incrementan significativamente el nivel de estrés hídrico de la cuenca, produciendo cauces secos con la consecuente decadencia de los ecosistemas asociados a la ribera. Dicha combinación de factores genera un proceso de desertificación paulatina de la cuenca, el deterioro del hábitat ribereño, la afectación de su biodiversidad y, en consecuencia, el incremento de la vulnerabilidad social (Liverman, 1999).

Con el objetivo de incrementar la eficiencia global de la utilización del agua en el sector agrícola de la cuenca, en el año 2002 el gobierno federal de México y el Banco de Desarrollo de América del Norte (NADBANK) implementaron el Proyecto de Modernización y Tecnificación de los Distritos de Riego del Río Conchos, con énfasis en el Distrito de Riego Delicias 005, el cual contaba con una eficiencia global del riego del 37% en un área de 90,589 ha. La meta del proyecto consideró incrementar dicha eficiencia y lograr un ahorro anual de 248 hm<sup>3</sup> de agua (NADBANK, 2002).

Otro elemento que influye en el manejo hídrico de la cuenca es el compromiso que tiene México estipulado en el Tratado de Aguas Internacionales de 1944 con los Estados Unidos de América (EUA) donde nuestro país aporta 431.72 hm<sup>3</sup> de seis de sus afluentes y recibe 1,850.23 hm<sup>3</sup> de agua del río Colorado. Desde el 18 de noviembre de 1945, fecha de entrada en vigor del Tratado, el río Conchos ha aportado a los EUA un volumen medio anual de 228.8 hm<sup>3</sup>, equivalente al 53% de los 431.7 hm<sup>3</sup> estipulados. Sin embargo, para cumplir con la regla de *“1/3 para EUA y 2/3 para México”*, regularmente se libera un volumen medio anual de 457.6 hm<sup>3</sup> para su uso en los distritos de riego existentes del lado mexicano en la cuenca baja del río Bravo. Es decir, la cuenca del río Conchos históricamente ha aportado un volumen medio anual de 686.4 hm<sup>3</sup> de su volumen medio anual escurrido equivalente a 5,627.9 hm<sup>3</sup>. El tránsito de este volumen anual ha favorecido la conservación de los últimos 130 km del cauce natural del río, desde la presa Luis L. León hasta la confluencia con el río Bravo y aguas abajo de este cauce.

### **3. ASPECTOS FÍSICOS DE LA CUENCA**

#### **3.1 Localización**

La cuenca del río Conchos ocupa la parte sur y central del estado de Chihuahua y una pequeña porción del norte del estado de Durango (Figura 1). La cuenca, con un área de 71,924 km<sup>2</sup> equivalente al 27% del estado de Chihuahua, incluye a 37 de sus municipios y tres en el estado de Durango. Al norte, la cuenca colinda con las cuencas cerradas del norte de Chihuahua y al noreste, una pequeña porción colinda con los Estados Unidos de América, mientras que su parte sur y suroeste colinda con las cuencas que drenan al Pacífico. En su trayectoria desde las montañas de la Sierra Madre Occidental hasta su confluencia con el río Bravo en el Desierto Chihuahuense, su cauce principal tiene una longitud aproximada de 749 km (Figura 1).



Por su parte, la distribución anual de la precipitación se concentra en los meses de julio y agosto con valores de hasta el 50% del promedio total anual equivalente a 700 mm en la zona de la sierra Tarahumara y disminución paulatina hacia el NE, hasta valores menores a 300 mm anuales en la zona más distal de la cuenca en Ojinaga, Chih. Sin embargo la variabilidad de las lluvias presenta rangos muy amplios entre valores máximos y mínimos, además de la recurrencia cíclica de sequías de varias intensidades.

### **3.3 Geología**

El río Conchos se desplaza en tres ambientes geológicos que le proporcionan características fisicoquímicas propias de cada ambiente al cauce y al agua por la interacción química con los componentes químicos de la roca. Inicia su recorrido en la Sierra Madre Occidental y posteriormente cruza las amplias llanuras de la provincia fisiográfica de Sierras y Valles y finaliza su travesía cruzando la Cuenca de Chihuahua para culminar desembocando en el río Bravo, límite fronterizo con los Estados Unidos de América.

La cabecera de cuenca se localiza en la Sierra Madre Occidental (SMO), zona compuesta por rocas volcánicas Terciarias destacando las tobas ignimbríticas, flujos andesíticos y riolíticos. Al concluir su descenso de la sierra, el río inicia su travesía en la provincia fisiográfica de Sierras y Valles, cuya principal característica es la presencia de bloques tectónicos (sierras) de poca anchura que ocasionalmente rebasan los 15 km y gran longitud de hasta 100 km. Estas sierras se alternan con extensas y áridas llanuras (valles) de origen tectónico rellenas por sedimentos aluviales Cuaternarios con espesores de varias centenas de metros donde se alojan importantes acuíferos como los de Jiménez-Camargo, Camargo-Delicias y Delicias-Meoqui.

En la subcuenca Media, la composición litológica de las sierras en contacto con el río se compone principalmente de tobas riolíticas Terciarias como la sierra La Cordillera ubicada al oriente del río desde Camargo hasta la zona de El Potrero, 40 km al norte de Julimes. En menor proporción se presentan basaltos Terciarios, como es el caso de la zona de la presa La Boquilla y la sierra Los Platos al oriente de Estación Conchos. También se encuentran sierras cuyo componente primario son rocas sedimentarias, principalmente calizas y lutitas del Cretácico Inferior como la sierra La Venada en la zona de la presa La Boquilla.

Posterior a la zona conocida como El Potrero e incluyendo toda la subcuenca Baja, el río interacciona con sierras de mediana elevación conformadas por rocas calizas así como por lutitas y areniscas. Ejemplos de estas rocas son la sierra El Soldado y La Gloria en la zona de la presa El Granero y la sierra Matasaguas en la zona del Cañón del Pegüis. Finalmente, al salir del Cañón del

Pegüis, el río enfila hacia la zona de Ojinaga, Chih, pasando por un ambiente geológico compuesto por conglomerados polimícticos y sedimentos aluviales Cuaternarios hasta su desembocadura con el río Bravo.

### **3.4 Hidrología y sus principales problemas**

El río Conchos forma parte de la cuenca del río Bravo, cuyas aguas descargan en el Golfo de México y es denominada como Región Hidrológica 24 Río Bravo por la Comisión Nacional del Agua. A su vez, la cuenca del río Conchos se subdivide en las cinco subcuencas mencionadas líneas arriba (Alta, Media, Baja, subcuencas de los ríos San Pedro y Florido).

#### **3.4.1 Subcuenca Alta**

La subcuenca Alta comprende una importante parte de la Sierra Tarahumara, específicamente desde su parteaguas continental con las cuencas del Pacífico (ríos Yaqui, Mayo, Fuerte y Sinaloa), hasta la presa La Boquilla. Por ser la de mayor área con 21,003 km<sup>2</sup>, con valores de precipitación de hasta 700 mm/año y un escurrimiento medio anual de 1,100 hm<sup>3</sup>, es la de mayor importancia hidrológica de las cinco subcuencas.

Su red hidráulica se integra por una densa red dendrítica que se va sumando para formar los cauces perenes de los ríos Bocoyna, Sisoguichi, Panalachi, Rituchi, entre otros, hasta conformar el cauce principal del río. Posteriormente, se le integran dos importantes afluentes, los ríos Nonoava y Balleza, para que finalmente sus aguas sean represadas por el embalse La Boquilla.

En la figura 2 se observa el hidrograma obtenido del balance diario de la presa con una serie histórica diaria de 1980 a 2005. El hidrograma muestra la presencia de avenidas extraordinarias que ingresan a la presa La Boquilla; las avenidas principales fluctúan entre los 1000 y 2000 m<sup>3</sup>/s y las avenidas medias entre los 500 y los 1000 m<sup>3</sup>/s. Los periodos de estiaje se reflejan de manera cotidiana con valores por debajo de los 10 m<sup>3</sup>/s alcanzando valores mínimos de hasta 1 m<sup>3</sup>/s. De acuerdo a datos proporcionados por la Conagua, el flujo de entrada al reservorio cesa esporádicamente

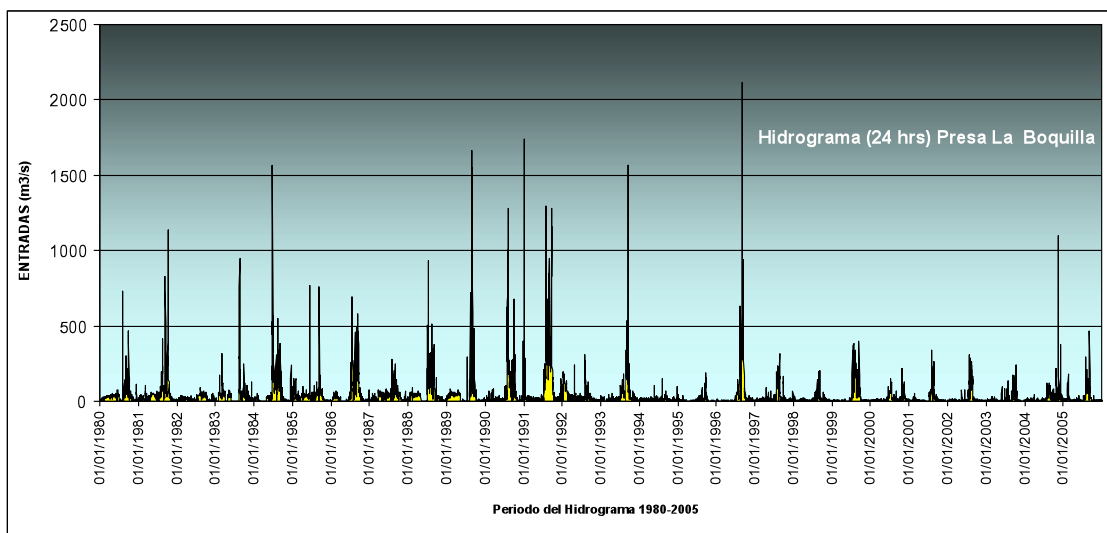


Figura 2. Hidrograma del flujo de entrada a la presa La Boquilla de los últimos 25 años (Fuente de datos: Conagua).

La distribución de los flujos diarios de entrada a la presa La Boquilla en percentiles (Figura 3) muestra que el 50% del periodo de muestreo el flujo es mayor a  $9\text{m}^3/\text{s}$ .

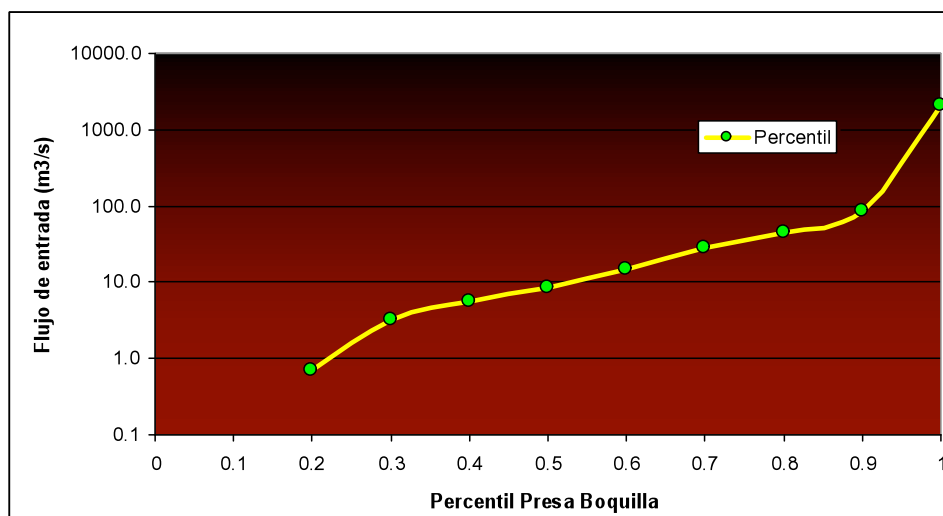


Figura 3. Percentiles del flujo de entrada a la presa La Boquilla calculado con datos de 25 años (1980-2005) proporcionados por la Conagua.

Los principales retos hidrológicos de esta subcuenca son la deforestación de la cubierta de bosque de pino, con una pérdida de cobertura de pinos por 516,000 ha por otro tipo de vegetación secundaria en un periodo de 30 a 40 años (Profauna, 2007). Esta situación ha favorecido la erosión de suelos, formación de cárcavas y la modificación negativa del ciclo hidrológico de las múltiples microcuencas que integran el sistema hidrológico de esta importante subcuenca.

Los aspectos positivos incluyen condiciones hidrológicas favorables con presencia anual de flujos naturales que conservan en buen estado la geomorfología de cauces principales y una vegetación riverense en relativa buena condición. Además, la subcuenca presenta una baja densidad poblacional con un bajo impacto en la cantidad y calidad del agua, lo cual repercute en una buena condición física del cauce y la integridad de su ecosistema. Estas condiciones climáticas e hidrológicas transforman a la zona en una reserva fluvial que requiere ser protegida para el bienestar ambiental, económico y social de toda la cuenca.

Sin embargo las necesidades de abastecimiento de agua a la población presentan una tendencia a la alta en zonas turísticas, necesidad que se está satisfaciendo con la construcción de presas como el caso de la presa Situriachi, construida en el año 2004 cerca del poblado de San Juanito, municipio de Bocoyna, a una elevación de 2,370 msnm. Esta obra, con capacidad de 14 hm<sup>3</sup>, abastece de agua potable a los principales centros de población como son San Juanito y Bocoyna, y realiza un trasvase de cuenca para los poblados de Creel y San Rafael.

Otros centros con población significativa en incluye a Sisoguichi, Nonoava y el Valle de Zaragoza. El resto de la población se dispersa en rancherías y caseríos muy aislados habitados principalmente por indígenas Rarámuri.

### **3.4.2 Subcuenca Media**

La subcuenca queda delimitada por las presas La Boquilla, la Francisco I. Madero, la Luis L. León y la ciudad de Camargo (Fig. 1). Sus principales afluentes lo integran el río Florido proveniente de la parte sur de la cuenca, integrándose al cauce principal a la altura de Camargo, el río San Pedro a la altura del poblado de Meoqui y aguas abajo los ríos Chuvíscar y su afluente el Sacramento, provenientes de la subcuenca donde se localiza la Cd. de Chihuahua. Su volumen medio anual de escurrimientos por cuenca propia (escurrimientos generados por su área de captación de lluvia) es del orden de 477.8 hm<sup>3</sup> (Conagua, 2009).

Sus principales retos se asocian principalmente al desarrollo poblacional y agrícola de la zona donde destacan sobre-explotación de acuíferos, como el caso del acuífero Camargo-Delicias y el Delicias-Meoqui; la disminución del flujo por desvío o extracción ilegal de agua del cauce; la contaminación del cauce por descarga de aguas residuales urbanas y por retornos de riego agrícola. Estas actividades han conducido a la degradación de cauces, secado de manantiales y consecuentemente a la modificación y afectación del ecosistema ribereño de todos sus cauces.

Los principales centros urbanos incluyen las ciudades de Chihuahua, Delicias, Camargo, así como otras de menor tamaño como Saucillo, Meoqui, Rosales, Julimes y aproximadamente 60 comunidades rurales directamente asociadas al cauce del río.

Su principal desarrollo agrícola lo integra el Distrito de Riego 005 Delicias con su área de 90,589 ha, el cual utiliza los recursos hídricos almacenados en las presas La Boquilla y Francisco I. Madero. Además, se cuenta con las áreas agrícolas a lo largo del cauce identificadas como Unidades de Desarrollo Rural (URDERALES), y un incremento importante de huertas las cuales ejercen una fuerte presión al flujo desviando el recurso hídrico del cauce para su uso agrícola.

En esta zona la geomorfología del cauce se encuentra totalmente modificada por falta de avenidas máximas y por acciones antropogénicas. Estas modificaciones incluyen la invasión de su llanura de inundación por múltiples huertas nogaleras, la modificación técnica del cauce para protección contra inundaciones de los centros urbanos, además una intensa explotación de materiales pétreos del cauce. Dichas actividades han modificado la vegetación riverieña y muestran una amplia invasión de especies como el álamo dentro de los antiguos amplios cauces consecuencia de un lecho sin avenidas.

### **3.4.3 Subcuenca río San Pedro**

La subcuenca del río San Pedro, con un área de 10,600 km<sup>2</sup>, nace en las cercanías de Cd. Cuauhtémoc, Chih., y colinda con las cuencas de las lagunas Los Mexicanos y Bustillos y culmina en la desembocadura con el río Conchos. La subcuenca es drenada por afluentes perenes como el río Santa Isabel que descarga sus aguas en el río Satevó y éste a su vez en el cauce del río San Pedro para finalmente recargar el embalse Francisco I. Madero con una capacidad de 348 hm<sup>3</sup>. Aguas abajo de este embalse, el río San Pedro desemboca en el río Conchos, aunque su aportación incluye preferentemente agua del retorno agrícola y eventualmente los excedentes vertidos por dicha presa.

El comportamiento del flujo de entrada a la presa Francisco I. Madero presenta avenidas extraordinarias que fluctúan desde los 300 m<sup>3</sup>/s a un máximo de 1,400 m<sup>3</sup>/s como fue la avenida máxima de septiembre del 2008. Aguas abajo del embalse el agua es desviada en su totalidad al canal principal de riego del Distrito 005 Delicias (Figura 4).

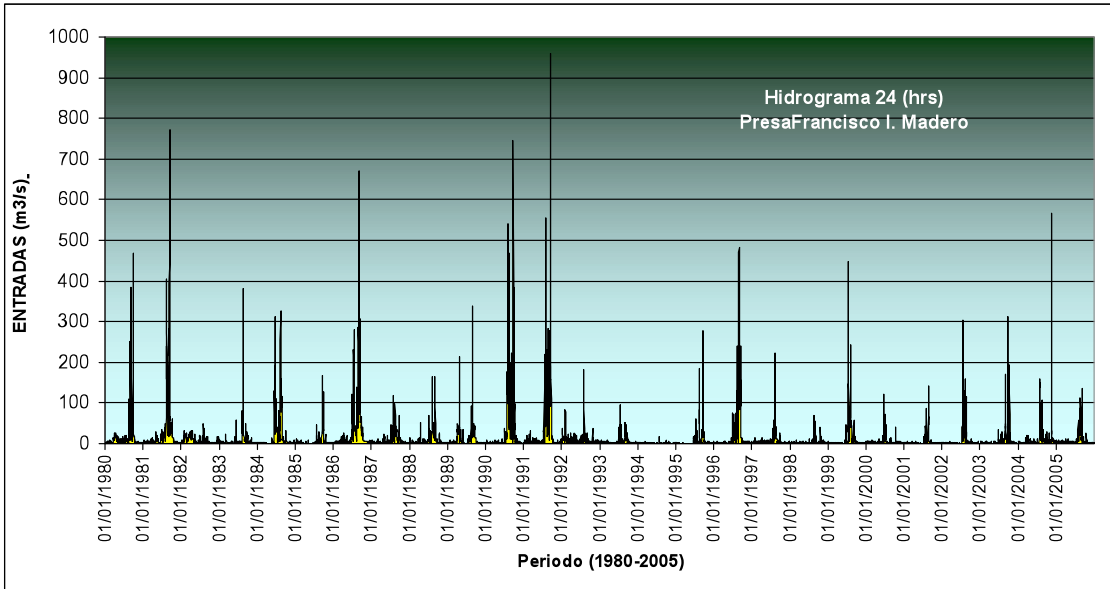


Figura 4. Hidrograma diario del flujo de entrada de la presa Francisco I. Madero

La Figura 5 muestra la distribución de los flujos de entrada mediante valores percentiles obtenidos con información hidrológica en el periodo de 1980 a 2005 y calculados por el balance hidrológico diario del embalse con datos de la Comisión Nacional del Agua. El 50% de los flujos diarios de entrada a esta presa equivalen son menores o igual a 3 m<sup>3</sup>/s.

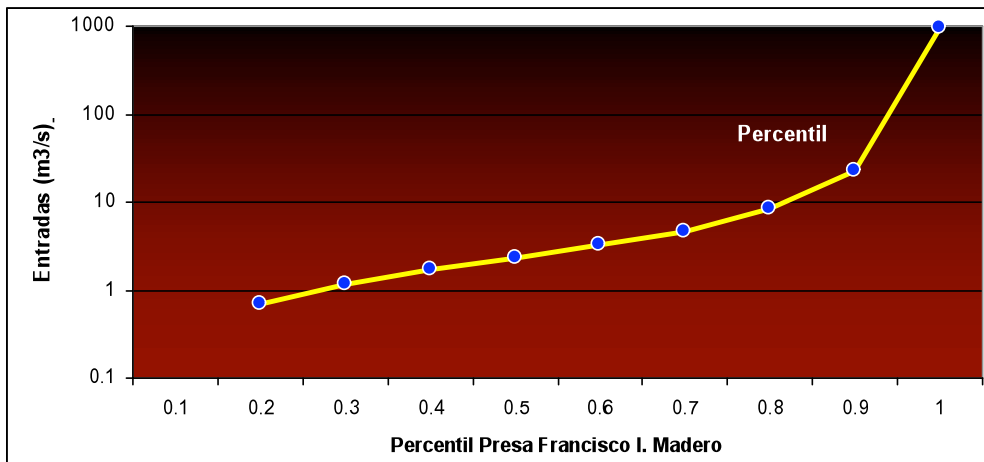


Figura 5. Percentiles del flujo de entrada a la presa Francisco I. Madero calculado con datos diarios de 25 años (1980-2005) proporcionados por la Conagua.

Aguas arriba de la presa Francisco I. Madero, el cauce presenta buenas condiciones hidrológicas, geomorfológicas y bióticas debido a su baja población, un relativo desarrollo agrícola medio e importantes avenidas estacionales.

La problemática de la subcuenca se asocia a eventos antropogénicos como la erosión de suelos por sobrepastoreo, invasión de cauces por actividades agrícolas, descarga de aguas residuales y extracción de materiales pétreos. Por el contrario, aguas abajo del embalse Francisco I. Madero, el río San Pedro pierde sus características geomorfológicas originales debido al control de avenidas por el embalse, por la extracción de materiales pétreos y por la construcción de obras de control de inundaciones para protección de Meoqui y otras comunidades. En esta zona del río, actualmente el cauce presenta una morfología típica de un amplio canal sin revestir.

Además de Meoqui, principal centro urbano, otras poblaciones menores incluyen a Satevó, Gran Morelos, Belisario Domínguez, San Francisco de Borja y Santa Isabel.

#### **3.4.4 Subcuenca río Florido**

La subcuenca del río Florido se localiza en la parte sur de la cuenca. Sus principales componentes hidrológicos son el mismo río Florido al que se le integra el río Parral para concluir en la confluencia con el cauce principal en Camargo (Fig. 1). En la parte Alta, sus aguas son almacenadas por las presas San Gabriel construida en 1980 y Pico del Águila en 1993 las cuales irrigan el Distrito de Riego 103 Río Florido con un área de 8,306 ha.

Su infraestructura hidráulica actualmente mantiene un cauce con flujos bajos y prácticamente nulos en los últimos 75 km de su cauce entre las poblaciones de Jiménez y Camargo especialmente en la temporada de estiaje y de poco gasto durante la temporada de lluvias por la gran capacidad de recarga de los acuíferos subyacentes. Este manejo ha generado que la estructura geomorfológica del cauce principal presente cambios importantes aguas abajo de la presas por invasión de las llanuras de inundación debido al desarrollo agrícola.

El principal reto en la subcuenca se asocia a la sobreexplotación de acuíferos para riego agrícola como el acuífero Jiménez-Camargo y el del Valle del Verano para abastecimiento de agua potable a Parral. Otros problemas incluyen la erosión de suelos por sobrepastoreo, así como la invasión del cauce principal por la actividad agrícola y desarrollo de numerosas huertas, principalmente nogaleras.

Sus principales centros urbanos incluyen a las ciudades de Parral y Jiménez y alrededor de 40 comunidades asociadas directamente al cauce del río Florido.

#### **3.4.5 Subcuenca Baja**

La subcuenca Baja comprende desde la salida de la presa Luis L. León hasta su confluencia con el río Bravo en la fronteriza ciudad de Ojinaga, Chih (Figura 1). El régimen anual de su flujo es

controlado por el embalse Luis L. León y liberado para cumplimiento del Tratado de Aguas de 1944 y el abastecimiento de agua para el Distrito de Riego 090 con un área de 10,733 ha., mediante la presa derivadora Tarahumara.

Su escurrimiento medio por cuenca propia es del orden de 91.9 hm<sup>3</sup> principalmente durante la temporada de lluvias, aunque en el cauce se observan frecuentemente flujos durante los meses de primavera y verano por los trasvases del embalse Luis L. León. Esta transferencia ayuda a mantener el cauce en relativamente buenas condiciones geomorfológicas y biológicas.

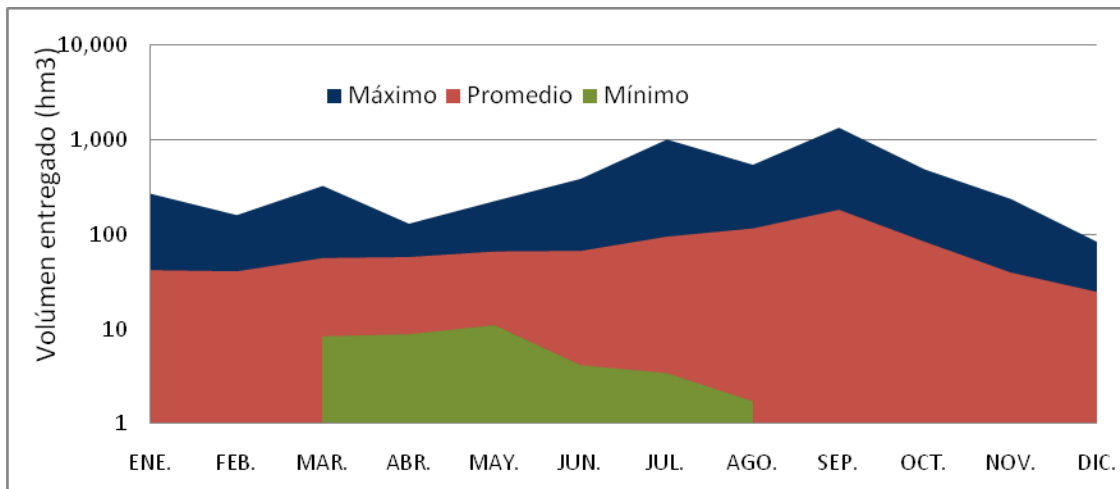


Figura 6. Distribución anual de los volúmenes de salida de la presa Luis L. León (datos de la Conagua desde 1945-2004)

La figura 6 muestra desfuegos de la presa con volúmenes mensuales máximos en el rango de 83 a 1,300 hm<sup>3</sup> en los meses de julio, agosto y septiembre. Sin embargo, los valores mínimos muestran que ocasionalmente en algunos meses (enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre) las descargas de la presa son nulas.

El aspecto social presenta una baja densidad poblacional, destacando la ciudad fronteriza de Ojinaga, aunque su impacto en el río Conchos es bajo por su ubicación geográfica al final de la cuenca. Además, se encuentran alrededor de 14 comunidades rurales de poca población asociadas directamente al cauce como es el caso de Cuchillo Parado y El Pueblito.

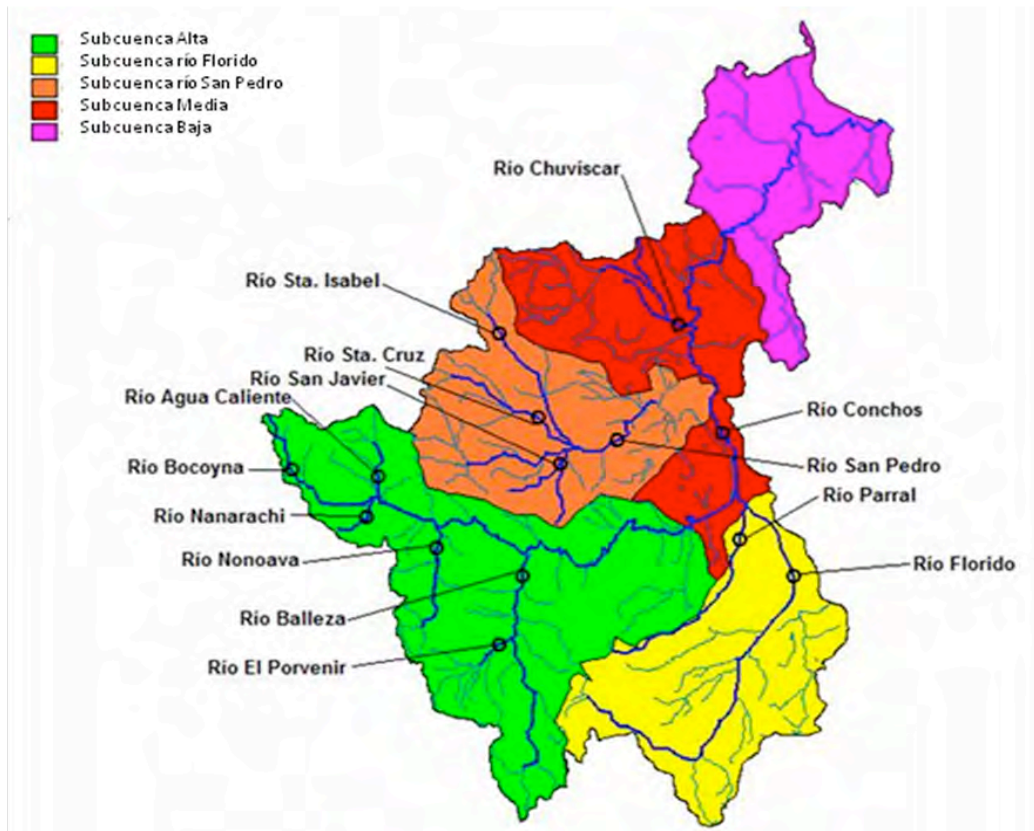


Figura 7. Sistema hidrológico de la cuenca dividido en subcuencas.

La descripción de cada subcuenca muestra una problemática particular para cada una de ellas, con retos muy específicos (Tabla X) que

Tabla 1

Subcuenca	Retos hidrológicos
Alta	Deforestación de la cubierta de bosque de pino, erosión de suelos, acelerado cambio de uso de suelo.
Media	Sobreexplotación de acuíferos, disminución del flujo en cauces por extracción ilegal de agua, invasión de cauces por actividades agrícolas, descarga de aguas residuales a cauces y arroyos, contaminación de acuíferos (arsénico y flúor de origen natural), falta de avenidas estacionales, reducción del cauce natural, invasión del mismo por vegetación diversa y extracción de materiales pétreos sin control.
Baja	Lograr programar la liberación de caudales de acuerdo a la necesidad de los caudales ecológicos
Río San Pedro	Sobreexplotación de acuíferos, deforestación por sobrepastoreo, erosión de

	suelos, descarga de aguas residuales a cauces, extracción de materiales pétreos sin control.
Río Florido	Sobreexplotación de acuíferos, deforestación por sobrepastoreo, erosión de suelos, descarga de aguas residuales a cauces

### 3.5 Alteración de regímenes hidrológicos

De acuerdo al estudio de disponibilidad de la cuenca del río Conchos (DOF, 2009), el volumen medio anual escurrido en la cuenca es de 5,627.9 hm<sup>3</sup>, sin embargo la descripción de las subcuencas que integran el sistema muestra una amplia alteración del régimen hidrológico en la cuenca media y baja como resultado de i) la captación y almacenamiento del flujo de agua por los grandes embalses y consecuente falta de avenidas anuales, iii) por la invasión de las llanuras de inundación por vegetación ribereña y campos agrícolas y iv) por la sobreexplotación de acuíferos de la subcuenca Media. Estos elementos han modificado substancialmente la geomorfología del cauce y con ello su biodiversidad.

### 3.5 Vegetación

La vegetación de la cuenca se integra en tres grandes grupos de acuerdo a su perfil altitudinal. De manera general se puede describir que la subcuenca Alta destaca por su vegetación de coníferas, en la zona de transición entre la sierra y el desierto aparecen los pastizales en los amplios valles, y finalmente en la amplia zona dominada por el Desierto Chihuahuense se presenta su típica vegetación xerofita.

De manera particular la subcuenca Alta se caracteriza por la presencia de bosque de pino y pino-encino, encino y vegetación halófila con especies dominantes como el pino (*Pinus spp*), el encino (*Quercus spp*) y vegetación herbácea como *Ranunculus sp*, *Melilotus sp*, *Geranium sp* y *Drymaria sp*.

La subcuenca Media se identifica por la presencia de pastizales y en elevaciones menores por matorral desértico micrófilo o matorral de gobernadora. La vegetación ribereña se constituye principalmente por álamos (*Populus acuminata*), sauces (*Salix taxifolia*) y Jarilla (*Baccharis glutinosa*) y el encino (*Quercus emory*) en cauces temporales. Otras especies frecuentes son el mezquite (*Prosopis glandulosa*), fresno (*Alnus oblongifolia*) y arbustivas como *Brickellia venosa* y el huizache (*Acacia spp*). Otras especie son los granjeles (*Celtis pallida*), acebuches (*Celtis reticulata*), nogal cimarrón (*Juglans nigra*), huizaches (*Acacia spp*), nopales (*Opuntia spp*), vara dulce (*Aloysia gratissima*). En las áreas ribereñas susceptibles a la agricultura, estas han sido despojadas de su cobertura natural y cambiadas por cultivos agrícolas.

Por su parte, la subcuenca Baja se caracteriza por varios tipos de matorrales, siendo la especie dominante la gobernadora (*Larrea tridentata*) con presencia de imponentes yucas y coloridos ocotillos. Las especies clave indicadoras de río son el sauce (*Salix*), el álamo (*Populus*) y la jarilla (*Baccharis glutinosa*), con la presencia de especies típicas regionales como el tornillo (*Prosopis pubescens*) y la exótica invasora pino salado (*Tamarix ramosissima*). La vegetación rivereña presenta impacto antropogénico por invasión de las llanuras de inundación del río para el desarrollo de zonas agrícolas, aunque en menor proporción que la subcuenca Media.

### 4. RIQUEZA BIOLÓGICA AMENAZADA

Los indicadores biológicos como los peces y los macroinvertebrados acuáticos son de los mejores indicadores que alertan sobre la condición de salud del río y consecuentemente de las poblaciones humanas que viven en la región. Es por eso que durante la implementación del Plan De Manejo Integrado de la Cuenca del Río Conchos, se desarrollaron múltiples estudios e investigaciones que permitieron valorar el estado de la cuenca y la pérdida de su riqueza biológica. Para efectos del caudal ecológico, destacan los estudios relacionados con la ictiología y el de cambio de uso de suelo. Los resultados obtenidos en estos campos de la ciencia permiten valorar la tendencia de

deterioro que presenta la cuenca y la necesidad que se tiene de conservar lo existente e intentar recuperar algo de su biodiversidad pérdida. A continuación se resumen los resultados de estos estudios.

#### 4.1 Disminución de especies de peces

Estudios recientes demuestran que a través de la composición ictiológica, medida como el Índice Biológico de Integridad (IBI), es posible desarrollar un sistema de evaluación y seguimiento que funcione como un indicador de la salud de los ecosistemas acuáticos. En 2005 se realizó un monitoreo inicial en localidades selectas del río, con la finalidad de establecer el estado de la ictiofauna con respecto a su diversidad y con base en el registro histórico. Los resultados muestran que los valores de IBIh van de 0% a 75% a lo largo de la cuenca. Los cambios se calificaron y cuantificaron en porcentajes, donde de 10 ó más parámetros de ellos se promedian para generar un índice general con un rango desde 100, representando condiciones en un estado ideal hasta 0 con un impacto biológico total.

A pesar del nivel de estrés a que ha sido sometida la cuenca, ésta aún presenta sitios con alta diversidad ictiológica que requieren ser protegidos, entre los que se encuentran 48 especies de peces, clasificadas taxonómicamente en 9 órdenes y 14 familias. De estas 48 especies, al menos 10 son consideradas endémicas por tener la totalidad o casi la totalidad de su distribución dentro de la cuenca. Al menos doce especies son exóticas, lo que representa el 25.5% del total (Tabla 2). Sin embargo, es evidente la acelerada pérdida de especies en múltiples tramos de sus ríos al compararse con los registros históricos existentes, de acuerdo a los resultados obtenidos durante el monitoreo de los peces realizados durante los años 2005 y 2008 (WWF, 2008-1)

Tabla 2. Diversidad ictiológica (De la Maza et al., 2009).

ESPECIE	NOMBRE VERNÁCULO	FAMILIA
<b>Especies endémicas</b>		
<i>Cyprinella panacys</i> (Hubbs y Miller, 1978)	Carpita del Conchos	Cyprinidae
<i>Cyprinodon julimes</i> De la Maza-Benignos y Vela-Valladares, 2009	Cachorrito de Julimes	Cyprinodontidae
<i>Cyprinodon macrolepis</i> Miller, 1976	Cachorrito escamudo	Cyprinodontidae
<i>Cyprinodon pachycephalus</i> Minckley y Miller, 1986	Cachorrito cabezón	Cyprinodontidae
<i>Cyprinodon salvadori</i> Lazano-Vilano, 2002	Cachorrito de Bacochi	Cyprinodontidae
<i>Gambusia alvarezii</i> Hubbs y Springer, 1957	Guayaocón de San Gregorio	Poeciliidae
<i>Gambusia huntadori</i> Hubbs y Springer, 1957	Guayaocón de Dolores	Poeciliidae
<i>Gambusia senilis</i> Girard, 1859 <sup>2</sup>	Guayaocón del Bravo	Poeciliidae
<i>Notropis chihuahua</i> Woolman, 1892	Carpita chihuahuense	Cyprinidae
<i>Oncorhynchus</i> sp. 'aparique' <sup>2</sup>	Aparique	Salmonidae

ESPECIE	NOMBRE VERNÁCULO	FAMILIA	ORIGEN
<b>Especies nativas</b>			
<i>Astyanax mexicanus</i> (De Filippi, 1853)	Sardinita mexicana	Characidae	Sur
<i>Cyprinodon eximius</i> Girard, 18591	Cachorrito del Conchos	Cyprinodontidae	Golfo
<i>Campostoma ornatum</i> Girard, 1856	Rodapiedras mexicano	Cyprinidae	Norte
<i>Cariodes carpio</i> (Rafinesque, 1820)	Dorado, matalote chato o cuino común	Catostomidae	Norte
<i>Catostomus bernardini</i> Girard, 1856	Matalote yaqui	Catostomidae	Norte
<i>Catostomus (Pantosteus) plebeius</i> Baird y Girard, 1854	Matalote del Bravo	Catostomidae	Norte
<i>Codoma ornata</i> (Girard, 1856)	Carpita adornada	Cyprinidae	Norte
<i>Cycleptus cf. elongatus</i> <sup>2</sup>	Matalote azul	Catostomidae	Norte
<i>Cyprinella lutrensis</i> (Baird y Girard, 1853)	Carpita roja	Cyprinidae	Norte
<i>Dionda cf. episcopa</i> Girard, 1856 2	Carpa obispa	Cyprinidae	Norte
<i>Etheostoma australe</i> Jordan, 1878	Perca o dardo del Conchos	Percidae	Norte
<i>Etheostoma pottsi</i> , (Girard, 1859)	Dorado mexicano	Percidae	Norte
<i>Gila pulchra</i> (Girard, 1856)	Carpa del Conchos	Cyprinidae	Norte
<i>Ictalurus furcatus</i> (Lesueur, 1840)	Bagre azul	Ictaluridae	Norte
<i>Ictiobus bubalus</i> (Rafinesque, 1818)	Matalote bocón	Catostomidae	Norte
<i>Ictalurus cf. lupus</i> (Girard, 1858)	Bagre lobo	Ictaluridae	Norte
<i>Ictalurus cf. punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	Bagre de canal	Ictaluridae	Norte
<i>Lepomis megalotis</i> (Rafinesque, 1820)	Robalo gigante	Centrarchidae	Norte
<i>Lepisosteus osseus</i> (Linnaeus, 1758)	Catán aguja o chuaca	Lepisosteidae	Norte
<i>Macrhybopsis aestivalis</i> (Girard, 1856)	Carpa pecosa	Cyprinidae	Norte
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepede, 1802)	Lobina negra	Centrarchidae	Norte
<i>Notropis amabilis</i> (Girard, 1856)	Carpita texana	Cyprinidae	Norte
<i>Notropis braytoni</i> Jordan y Evermann, 1896 <sup>1</sup>	Carpita tamaulipeca	Cyprinidae	Norte
<i>Notropis jemezianus</i> (Cope, 1875) <sup>1</sup>	Carpita del Bravo	Cyprinidae	Norte
<i>Pimephales promelas</i> Rafinesque, 1820	Carpita cabezona	Cyprinidae	Norte
<i>Pylodictis olivaris</i> (Rafinesque, 1818)	Bagre piltonte	Ictaluridae	Norte
<i>Rhinichthys cataractae</i> (Valenciennes, 1842)	Carpita rinconera	Cyprinidae	Norte
<i>Scartomyzon austrinus</i> (Bean, 1880)	Matalote chuime	Catostomidae	Norte
<b>Especies exóticas</b>			
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Bagre torito amarillo	Ictaluridae	Norte
<i>Dorosoma cepedianum</i> (Lesueur, 1818)	Sardina molleja	Clupeidae	Golfo
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Carpa común	Cyprinidae	Asia
<i>Fundulus zebrius</i> Jordan y Gilbert, 1883	Sardinilla de las planicies	Fundulidae	Norte
<i>Gambusia affinis</i> (Baird y Girard, 1853)	Guayacón mosquito	Poeciliidae	Golfo
<i>Ictalurus pricei</i> (Rutter, 1896)	Bagre del Yaqui	Ictaluridae	Pacífico

\* En esta tabla se considera como especies endémicas aquellas cuya distribución total o del 90% se ubica dentro de la cuenca del río Conchos como *Cyprinella panarcys* *Gambusia senilis*, *Cyprinodon julimes* y *Notropis chihuahua*.

1. Endémico de la cuenca del río Bravo.

2. La población de esta especie habitante del río Conchos, es muy probable que se trate de una especie nueva endémica de la sub-cuenca.

Aplicando el Índice Biológico de Integridad Histórico (IBIh) (Contreras et al., 2003) e Índice de Similitud de Sitios Jaccard (Magurran, 1988) se evaluó la salud biológica de sistemas acuáticos y cuerpos receptores de agua en función de la comunidad de peces que en éstos se encuentran hoy en día comparado con el registro histórico (Karr, 1981; Contreras–Balderas *et al.*, 2000) histórica, permitiendo con ello evaluar cada sitio con respecto a sí mismo. Para la cuenca del río Conchos se cuenta con datos históricos desde 1901 (e.g. S. E. Meek), algunos más recientes (Contreras *et al.*, 2000, 2001, 2002, y 2004) más lo que ha monitoreado el PMICRC en los años 2005 y 2008.

Las colectas de peces se realizaron en 13 sitios: Chihuahua (río Chuvíscar), Riva Palacio, General Trías, Meoqui, Parral, Allende, Nieves, Jiménez, Camargo, Julimes, Cuchillo Parado, Falomir y Ojinaga (Figura 8), de los cuales tres de ellos se localizan en o cerca de los sitios donde se determinó el caudal ecológico como es el caso de Cuchillo Parado, Camargo y Meoqui.

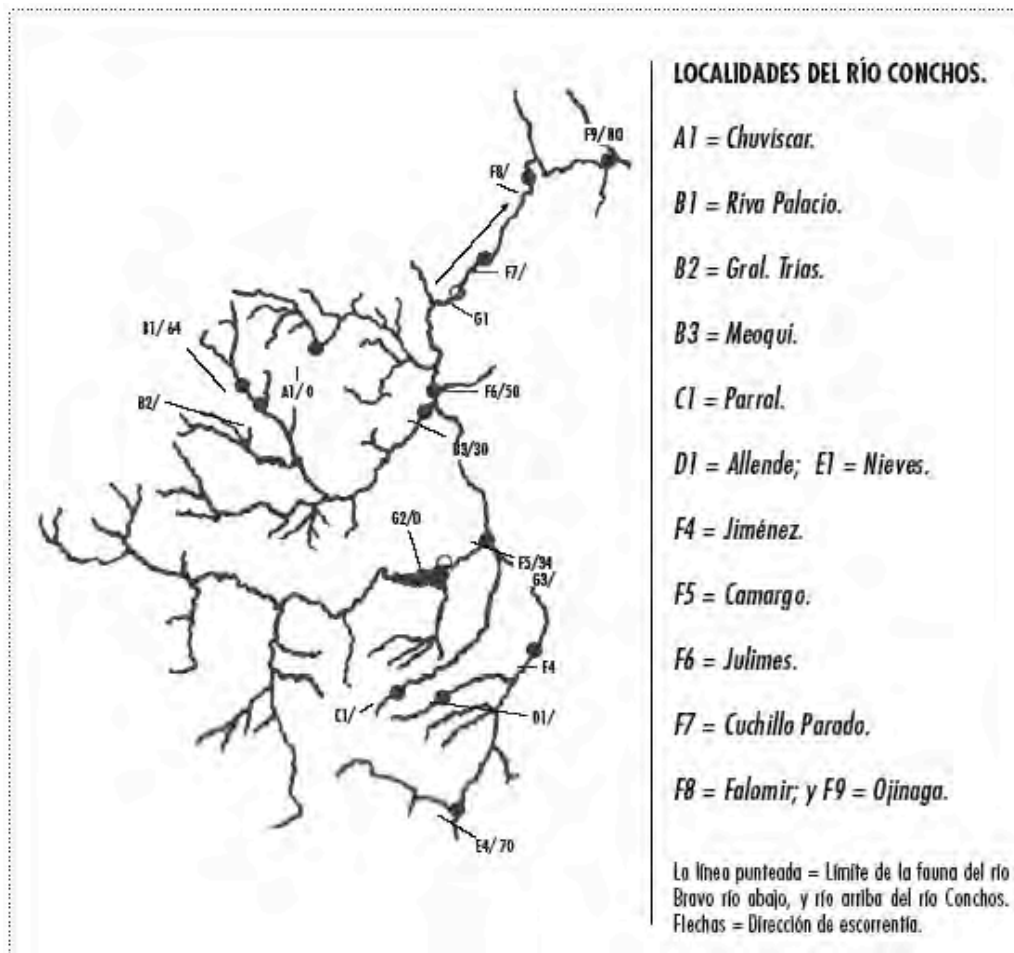


Figura 8. Localización de los sitios muestreados para evaluación del IBIh (De la Maza, et al., 2009)

**Tabla 3. Evaluación de cada parámetro en cada localidad del río Conchos. La línea final es el IBih en enteros. Los parámetros se explican en el texto. (2003)**

LOCALIDADES	A1	B1	B2	B3	C1	D1	E1	F4	F5	F6	F7	F8	F9		
Parámetros:	Chihuahua	Rivadavia	Gen. Trias	Meoqui	Parral	Allende	Nieves	Jimenez	Camargo	Julimes	Cuchillo Parado	Felmir	Ojinaga		
Periodo de observación	1901 2003	1901 2003	1964 2003	1964 2003	1975 2003	1968 2003	1964 2003	1901 2003	1901 2003	1982 2003	1984 2003	1984 2003	1984 1994		
Ventana tiempo años	102	102	39	39	28	35	39	102	102	21	20	19	10		
Spp nat or/act	0	62	50	11	89	33	77	0	21	70	64	78	67	622	48
Ejem nat or/total col	0	99.5	69	55	85	100	100	0	96	62	76	98	96	936.5	72
Spp exo or/act = Inv	0	87.5	67	60	89	100	100	0	67	38	82	70	96	856.5	66
Ejem exo or/act = Inv	0	99.5	69	45	85	100	100	0	96	38	76	99	96	903.5	70
Nado superficie	0	100	0	100			0	0	0	0			100	300	33
Nado medlagua	0	57	71	10	100	29	83	0	67	75	67	60	100	719	55
Nado fondo	0	40	20	0	100	25	83	0	0	0	63	75	55	461	35
Alim herbívoros	0	33	67	0		0	67	0	0	0			100	267	27
Alim micrófagos	0	50	25	0		67	100	0	0	100	60	67	40	509	42
Alim insectívoros	0	60	50	11		67	80	0	33	50	67	80	83	581	48
Alim carnívoros	0	100	100	0		0	0	0	33	50	60	100	67	510	43
Alim omnívoros	0			100		0		0	100	100	100		100	500	63
Biogeografía neárticos	0	62	55	0	100	30	83	0	18	56	62	78	67	611	47
Biogeografía neotropicales	0		0	100		50	0	0	50	50	100		100	450	45
Ecología primarios	0	62	60	6	100	27	91	0	25	60	64	78	67	640	49
Ecología secundarios	0		0	50		100	0	0	0	0			100	250	28
Sensibles	0	40	20	17		33	50	0	0	20	75	100	75	430	36
Indiferentes	0	50	60	10	100	14	80	0	33	80	50	68	67	612	47
Tolerantes															
IBih calculado	0	50	60	10	100	14	80	0	33	80	50	68	67	612	47
IBih	0	100	100	0	100	100	100	0	0	100	100		71	771	64
IBih calculado	0	64.3	49.5	30.263	95	48.611	70.235	0	33.632	49.947	72.9	80.8	80	675.19	48
IBih	0	64	50	30	95	49	70	0	34	50	73	81	80	54	

Los resultados del IBih en cada uno de los sitios se sintetizan a continuación:

- San Pedro Conchos (río San Pedro, subcuenca San Pedro, aguas arriba del embalse Francisco I. Madero). En el año 2005 el valor del IBih fue de 90% con 15 especies, disminuyendo a 75 % en el 2008 con 12 especies y 4 especies exóticas.
- Meoqui (río San Pedro, subcuenca río San Pedro). En 1952 se detectaron 19 especies nativas y ninguna exótica; para junio de 2003 se contabilizaron 2 nativas y 4 exóticas, destacando gran cantidad de la exótica *Oreochromis mossambicus* (tilapia). El IBih resultante es de 30%.

- Riva Palacio (San Andrés, río Santa Isabel, subcuenca río San Pedro). En 1901 había 13 nativas y ninguna exótica. En 2003 se detectaron 7 nativas y 1 exótica. El valor del IBh fue de 64%.
- General Trías (río Santa Isabel, subcuenca Media). En 1964 se cuantificaron 12 nativas y ninguna exótica, mientras que en 2003 se observaron 6 nativas y 3 exóticas.. El resultado del IBh es de 50%.
- Río Chuvíscar (Ciudad de Chihuahua, cuenca Media). En 1901 se encontraban 12 nativas y 1 exótica pero de mediados del siglo XX ha principios del XXI por el cauce del río fluyeron principalmente aguas residuales sin tratar, situación que extirpó los peces. El IBh resultante es de 0%.
- Río Parral (subcuenca río Florido). De 1975 a 2003 se detectaron 8 especies nativas y 1 invasora. Su valor de IBh de 95% es el más alto de los analizados.
- Río Allende (subcuenca río Florido) En 1968 se cuantificaron 12 especies nativas y ninguna exótica. En 2003 se encontraron únicamente 4 nativas. El IBh fue de 49%.
- Nieves, Durango (río Florido, subcuenca río Florido) En 1964 se encontraron 13 nativas y ninguna exótica pero 5 podrían ser colonizadoras. En 2003 disminuyó a 5 nativas y 5 posibles colonizadoras. El valor del IBh fue alto con un valor de 70%.
- Jiménez (río Florido, subcuenca río Florido). En 1901 se encontraron 20 especies nativas y 3 colonizadoras. A la fecha, el cauce permanece sin flujo la mayor parte del año por lo que no se encuentra ninguna especie. Su valor de IBh es de 0%.
- Camargo (río Conchos, subcuenca Media). En 1901 había 19 nativas, sin presencia de exóticas. En 2003 se redujo a 4 nativas y 2 exóticas. El IBh resultante es de 34%.
- Julimes (río Conchos, subcuenca Media). En 1982 se contaba con 11 especies y 2003 se redujó a 7 especies nativas y al menos 3 invasoras. El IBh resultante es de 50%.
- Cuchillo Parado (río Conchos, subcuenca Baja). El monitoreo detectó la presencia de la mayoría de las especies invasoras procedentes de las porciones bajas del río Bravo. Se clasificaron 14 especies como nativas y 8 exóticas, introducidas o colonizadoras. Sin embargo, a la fecha sólo quedan 2 de ellas. El valor del IBh fue de 73%

- Falomir (Maclovio Herrera, río Conchos, subcuenca Baja). En 1984 había 9 especies de peces nativas y 3 exóticas. En 2003 las especies disminuyeron a 7 nativas con 3 exóticas. El IBIf resultante presenta un buen valor de 81%.
- Ojinaga (río Conchos, subcuenca Baja). En 1984 se contabilizaron 17 especies nativas y 1 exótica. En 1994 se encontraron 12 nativas y 1 exótica. El IBIf resultante es de 80%.

El IBIf promedio para 17 localidades de la cuenca, 13 con historial adecuado y 4 con un historial corto, resultó ser de 32.5%. Sin embargo, para las 13 localidades seleccionadas como representativas el IBIf es de 52%. Los resultados del IBIf muestran una tendencia de la disminución de especies nativas y el incremento de las exóticas en los sitios monitoreados.

Considerando a las comunidades de peces como bioindicadores, se puede deducir que existe pérdida severa de agua tanto en cantidad como en calidad, erosión importante, contaminación (natural y antropogénica), incluyendo la siembra de especies exóticas a lo largo y ancho de la cuenca, situación que impacta en la biodiversidad de la cuenca destacando la subcuenca Media con mayores condiciones de deterioro.

#### **4.2 Macroinvertebrados acuáticos**

En la metodología de construcción por bloques (Building Block Methodology o BBM), los macroinvertebrados son utilizados, junto con los peces y la vegetación riparia, como indicadores bióticos del estado de salud de los requerimientos de flujo. En este caso, los macroinvertebrados ayudan a encontrar un rango de condiciones relacionadas con el flujo que pudiera acercarse a las condiciones hidráulicas más idóneas o deseadas, así como para indicar la vulnerabilidad de la biota a los cambios en la calidad del agua. Los resultados aquí presentados son resultado del estudio de macroinvertebrados realizado por Alonso y Estrada, 2008.

El ciclo biológico de los macroinvertebrados se encuentra estrechamente relacionado con las condiciones del medio en que se desarrollan, de tal manera que simples modificaciones físicas o químicas se reflejarán en alteraciones en cualquiera de las etapas de este ciclo. Los contaminantes vertidos a los ambientes dulceacuícolas reflejan sus afectaciones en procesos tales como densidad de población y riqueza de especies y diversidad de tal manera que estas características cuantitativas de la comunidad, permitirán evaluar el grado de deterioro o impacto.

Los índices de diversidad y los índices bióticos miden cuantitativamente las características de la comunidad biótica detectando, evaluando y prediciendo cambios en ella debido a efectos de la

contaminación o alteración del sistema, por lo que son de gran utilidad en la evaluación de la calidad del agua (Margalef 1972; Magurran 1988). Por su parte, los índices bióticos integran en una misma función el grado de sensibilidad o tolerancia a la contaminación o a las alteraciones del medio, conformando así el concepto de organismo indicador (Washington 1984).

En los sitios propuestos, dos dentro de la subcuenca Alta y dos en la subcuenca Media, se realizó un muestreo aplicando la metodología multihábitat (Alonso, 2004), mediante la selección de áreas específicas del río cubriendo las características representativas de la diversidad de microambientes debido a que los organismos bentónicos muestran una clara relación con el tipo de sustrato. Con una red de pateo tipo D-Frame se realizaron tres arrastres de 1m<sup>2</sup> por localidad. Las muestras obtenidas se preservaron en alcohol al 80% para su posterior limpieza, separación e identificación en laboratorio. La identificación de los organismos se hizo a nivel de género en la mayoría de los casos, o en su defecto a familia cuando no se contó con claves de identificación que permitiera llegar a un mejor nivel.

Para el análisis de los resultados se calcularon los índices de: a) diversidad de Shannon, b) diversidad de Brillouin y sus respectivos valores de equitatividad, y c) índice Biótico de Hilsenhoff (Hilsenhoff 1988) para conocer la calidad del agua de acuerdo al tipo de organismos presentes y su densidad.

La mayoría de los organismos se identificaron a nivel de género, utilizando las claves de Adams y Vaughan (2003), McCafferty (1983), Merritt y Cummins (1996), Needham, et. al. (2000) Novelo-Gutiérrez (1997, a y b), Pennak (1978), Smith (2001), Westfall y May (1996) y se contaron para conocer su densidad absoluta y relativa. La tabla 4 muestra que los cuatro sitios donde se tomaron las muestras, el número de muestras, así como el tipo de hábitat y profundidad.

Tabla 4. Características de las muestras tomadas en cuatro sitios de los ríos en estudio.

Sitio de Caudal Ecológico	No. de muestras	Puntos muestreados	Profundidades	Fecha y hora
Valle de Zaragoza	3	1. Remanso 2. Orilla 3. Crestas	1. 15 cm 2. 20 cm 3. 10 cm	10/III/ 2008 11:49 hrs
Valle del Rosario	3	1. Remanso 2. Debajo raíces 3. Crestas	1. 10 cm 2. 25 cm 3. 20 cm	10/III/ 2008 17:45 hrs
Camargo	3	1. Remanso 2. Debajo raíces 3. Medio	1. 5 cm 2. 30 cm 3. 10 cm	11/III/ 2008 11:00 hrs
Rosales	1	Orilla	5 cm	10/III/ 2008 13:15 hrs

Se identificaron un total de 2933 especímenes pertenecientes a 13 órdenes, 40 familias y 45 géneros. En la tabla 5 se muestra la riqueza de especies por localidad.

La integración de la información de los sitios colectados permitió evaluar la relación que guardan entre sí. La tabla 5 muestra cómo la comunidad de Zaragoza está compuesta por taxa cuya densidad relativa es más equitativa, razón por la cual este sitio muestra el valor de diversidad de macroinvertebrados más alto.

Tabla 5. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en cuatro sitios

Localidades	Orden	Familia	Género
Valle de Zaragoza (subcuenca Alta)	10	25	26
Valle del Rosario (subcuenca Alta)	8	23	27
Camargo (subcuenca Media)	11	18	19
Congregación Ortiz (subcuenca Media)	6	11	13

De la misma manera se observa que la familia *Chironomidae* (Díptera) es abundante en aquellos sitios que mantienen niveles aceptables de calidad del agua, mientras que en el sitio Congregación Ortiz, las condiciones de contaminación orgánica hace que la estructura de la comunidad para este sitio se comporte completamente diferente, siendo la familia *Candoniidae* (Crustácea) la que sustituye de manera patente a Chironomidae.

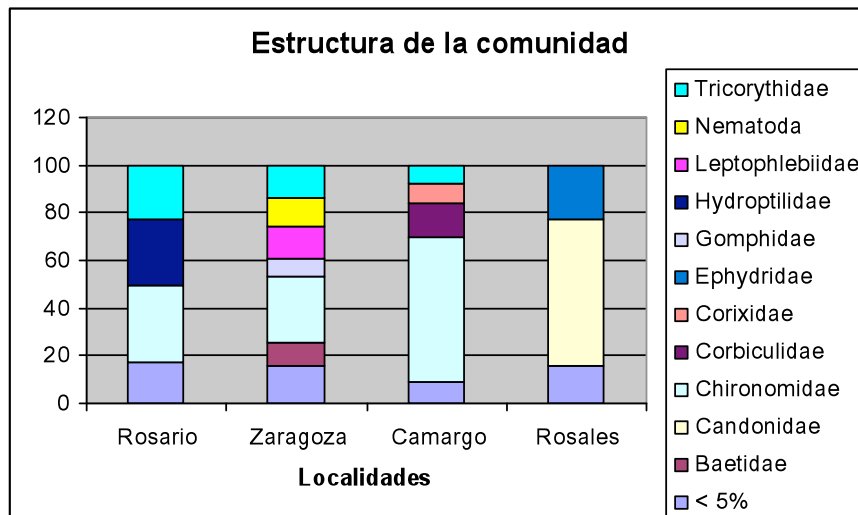


Figura 9. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 6. Valores de los Índices de diversidad y biótico de las localidades del Conchos

Localidad	Shannon	Equitatividad Shannon	Brillouin	Equitatividad Brillouin	Indice. de Hilsenholff IBH
Valle de Zaragoza	2.308	0.708	2.177	0.707	5.04
Valle del Rosario	1.915	0.595	1.872	0.593	5.23
Camargo	1.364	0.463	1.337	0.461	6.16
Rosales	1.236	0.482	1.181	0.476	7.58

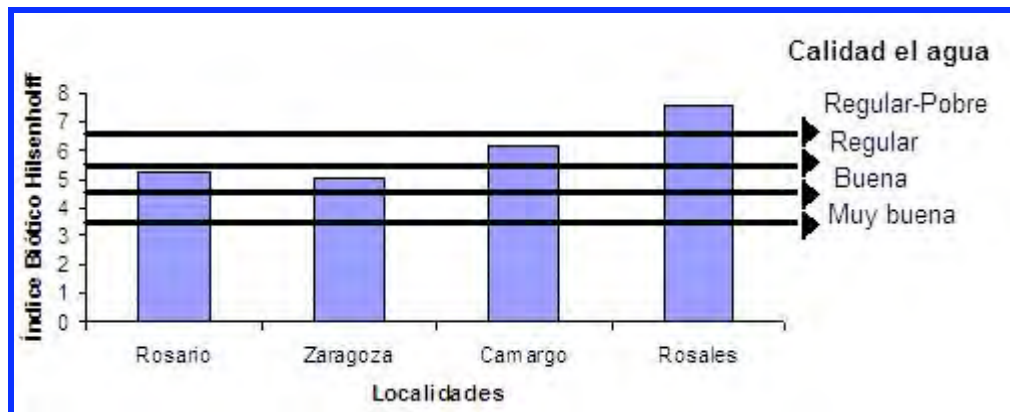


Figura 10. Valores del Índice de Calidad del Agua de Hilsenholff para cuatro de los sitios de caudal ecológico

Las conclusiones del trabajo con macroinvertebrados muestran que Valle de Zaragoza y Valle del Rosario presentan de manera general condiciones de salud e integridad ecológica buena, lo que significa que son sitios cuyas alteraciones hidrológicas han sido de poca importancia y que las condiciones de contaminación orgánica aún son bajas. Por su parte, los sitios Camargo y Congregación Ortiz evidencian las fuertes alteraciones hidrológicas y ambientales, así como un claro incremento de nutrientes y alteraciones ambientales estructurales que ha venido sufriendo la cuenca Media a lo largo del siglo XX y lo que va del siglo XXI.



Los resultados del análisis de macroinvertebrados de los restantes cinco sitios pueden ser observados en el anexo 1.

#### **4.3 Cambio de uso de suelo**

El manejo integrado de cuencas requiere tener identificado el uso de suelo y sus cambios espaciales y temporales para evaluar los probables cambios hidrológicos de la cuenca debido a que el flujo base circulante por cauces de arroyos y ríos, principalmente en la temporada de estiaje, depende en buena proporción de la condición del estrato de suelo de la cuenca. Por lo que se puede afirmar que el buen estado del suelo equivale a mantener el flujo base por un periodo de tiempo mayor en cauces lo que permite un mejor desarrollo de su biodiversidad.

En función de esta necesidad, Profauna (2007) evaluó la tasa de cambio de uso de suelo en la cuenca del río Conchos de 1979 al 2002 como indicador de la degradación de sus ecosistemas y la consecuente pérdida de su biodiversidad. Los resultados muestran que los principales cambios de uso de l suelo son resultado de actividades humanas tales como el aprovechamiento irregular de bosques, la apertura de tierras a la agricultura en cauces, el reemplazo natural de la vegetación original por otras especies de menor valor ecológico.

La metodología del estudio incluyó el uso de imágenes satelitales MSS, TM y ETM, con las cuales se caracterizó el cambio de los principales tipos de cobertura de suelo registrados en la cuenca durante los últimos 40 años (décadas de los años 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000). Los tipos o clases principales de

cobertura de uso de suelo seleccionadas incluyó el bosque de pino, bosque de encino, bosque de táscate, pastizal, matorral, mezquital, área agrícola, área ribereña, cuerpos de agua, suelo desnudo y asentamiento humano.

La metodología de trabajo también incluyó:

- Obtención de información y procesamiento de imágenes de satélite.
- Clasificación no supervisada y supervisada con verificación de campo en 171 sitios.
- Cambios de formato.
- Clasificación de uso de suelo
- Corrección de áreas de traslape.
- Determinación de áreas de uso de suelo.
- Análisis de cambio de uso de suelo.
- Desarrollo del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los principales cambios de uso de suelo en la cuenca muestran una reducción continua de las áreas ribereñas, zonas de bosques de pino y áreas de pastizal. Por el contrario, los incrementos observados se presentan en las superficies agrícolas, bosques de encino, bosque de táscate, zonas de matorral y áreas urbanas (Figura 10).

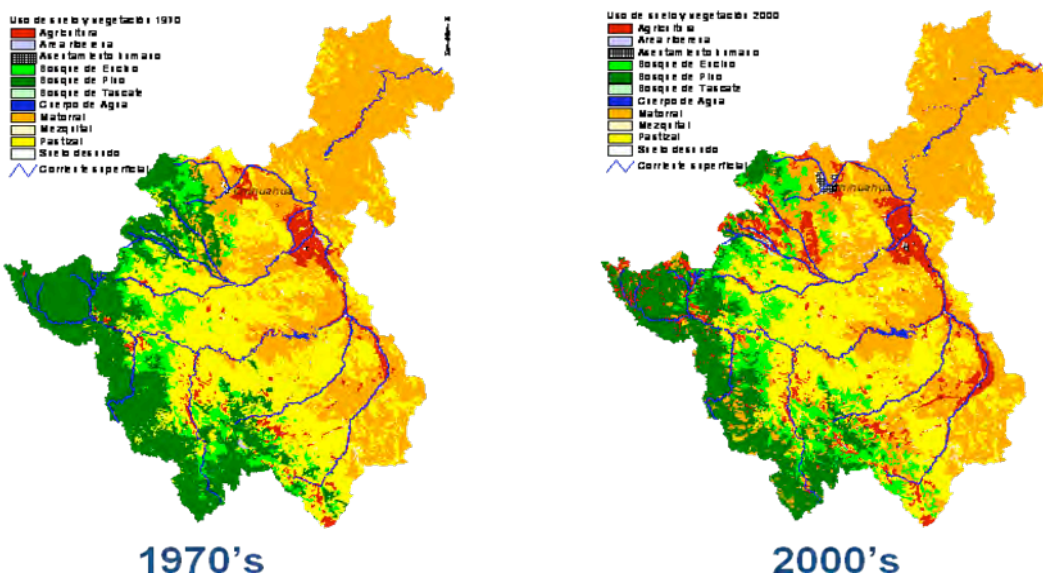


Figura 11. Comparación de la vegetación entre las décadas de los años 1970 y la de los 2000.

Es indudable que los cambios de uso de suelo de su condición original por una cobertura secundaria registrados en la cuenca, afecta de manera directa o indirecta el flujo de agua circulante por cauces

de ríos y arroyos, ya sea en cantidad, calidad o en su estacionalidad. Para efectos del caudal ecológico, los cambios observados en las últimas décadas del siglo XX destaca la reducción de las áreas ribereñas con una pérdida del 26 % como resultado del incremento de áreas agrícolas a lo largo de los cauces de los ríos (Figura 10). Además, en la zona de mayor precipitación de la cuenca se observa la tendencia de la pérdida de cobertura de coníferas y su reemplazo por vegetación secundaria, situación que incrementa la pérdida de suelo menor capacidad de retención e infiltración en el subsuelo e incremento de la escorrentía. Lo anterior reduce el almacenamiento de humedad *in situ* y de las zonas de recarga de manantiales ubicados aguas abajo en zonas con elevaciones menores, resultando en la reducción del flujo base en arroyos y ríos durante la época de estiaje.

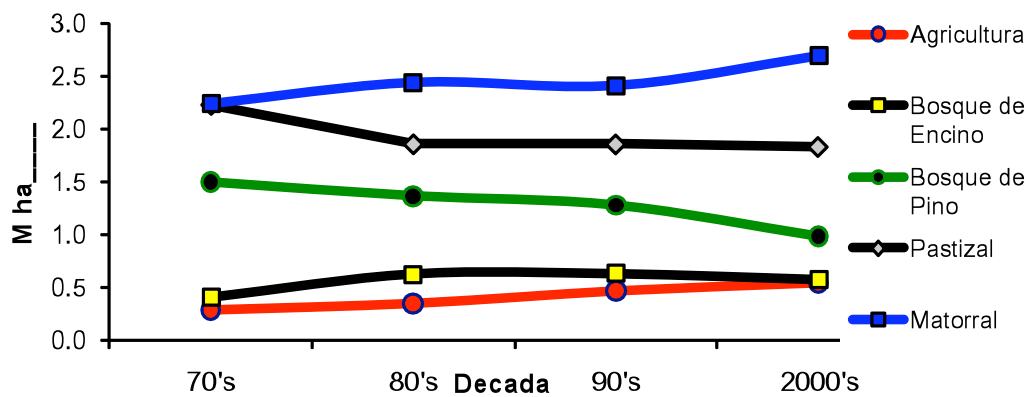


Figura 12. Cambio de uso de suelo de las principales coberturas de la cuenca durante las últimas cuatro décadas del siglo XX (modificado de Profauna, 2007)

Los valores nominales del cambio de uso de suelo para cada uno de los tipos de cobertura en la cuenca se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Valores nominales y porcentuales del cambio de uso de suelo de las coberturas de uso de suelo en la cuenca entre la década de 1970 y la de los años 2000 (Profauna, 2007).

Clase	1970 (ha)	2000 (ha)	Cambio (ha)	Taza de Cambio (%)
Agricultura	288,838	544,942	256,104	88.7
Área ribereña	16,271	12,016	-4,256	- 26.2
Asentamiento humano	4,559	25,570	21,011	46.1
Bosque de encino	410,893	574,306	163,413	39.8

Bosque de pino	1,497,771	981,613	-516,158	- 34.5
Bosque de táscate	4,090	7,831	37,910	91.4
Cuerpo de agua	12,891	24,282	11,391	88.4
Matorral	2,234,997	2,691,617	456,621	20.4
Mezquital	14,740	21,919	7,187	48.7
Pastizal	2,230,405	1,831,890	-398,515	- 17.9
Suelo desnudo	3,053	2, 522	-2,176	- 21.1
<b>TOTAL</b>	<b>6'718,508</b>	<b>6'718, 509</b>		

## 5. ASPECTOS JURIDICOS DEL CAUDAL ECOLOGICO

Las leyes mexicanas contienen el marco legal necesario para implantar la figura del caudal ecológico en los ríos mexicanos. Su revisión identifica normativas, programas y políticas públicas que cuentan con diferentes clases de instrumentos los cuales, de manera directa o indirecta, contribuyen a implementarlo. Entre estos instrumentos jurídicos se encuentran: los reglamentarios, los económicos, los de política ambiental, los sociales y los de planeación como lo son las vedas, las reservas de agua, los mercados de derechos del agua, los programas federales sujetos a reglas de operación, los reglamentos, las normas oficiales mexicanas, entre otros. A continuación se describen los más importantes

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la primera fuente de derecho y en materia ambiental al contar con el fundamento necesario para darle vida jurídica al conjunto de normas que regulen las relaciones del ser humano con el medio ambiente y por consiguiente, con el caudal ecológico. El artículo 4 constitucional establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, otorgándole al ambiente el rango superlativo y consecuentemente a todo lo concerniente al caudal ecológico, íntimamente ligado a las cuestiones ambientales de acuerdo a su propia definición.

Por su parte, los dos principales ordenamientos que recogen de forma precisa la figura del caudal ecológico, son la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En dichas leyes se encuentra el fundamento del agua en su carácter ecológico.

Cabe mencionar que la LAN al momento de referirse al Caudal Ecológico lo menciona de las siguientes formas:

- Uso ambiental
- Uso para la conservación ecológica

- Caudales determinados
- Caudal mínimo ecológico
- Reserva ecológica
- Flujos mínimos para la conservación ecológica
- Cuota natural de renovación de las aguas o reserva ecológica

De acuerdo a la interpretación de la LAN, la necesidad de la determinación e implementación de caudales ecológicos en los cauces de ríos nacionales es de carácter obligatorio. Sus objetivos son proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico de los cauces de ríos, humedales, manantiales y otros sistemas hidrológicos (LAN, 2004).

El artículo 3, en su fracción LIV define el "Uso ambiental" o "Uso para conservación ecológica" como *"el caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema"*.

El 29 de abril del 2004 se reforma la LAN y se publica en el Diario Oficial de la Federación. Entre otras se adiciona la sección segunda con el tema de Planificación y Programación Hídrica, el artículo 15 establece que: *"La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente"*.

En su fracción X hace referencia a los caudales ecológicos donde establece que: *"La programación hídrica respetará el uso ambiental o de conservación ecológica, la cuota natural de renovación de las aguas, la sustentabilidad hidrológica de las cuencas hidrológicas y de ecosistemas vitales y contemplará la factibilidad de explotar las aguas del subsuelo en forma temporal o controlada"*.

Además, una vez definidos y establecidos los caudales ecológicos, la LAN otorga a la autoridad correspondiente la facultad de protegerlos. Esta defensa queda establecida en el Título Cuarto, Capítulo III Bis Sección Tercera denominada Revocación en su artículo 29 BIS 5 donde a la letra dice: *"El Ejecutivo Federal, a través de "la Autoridad del Agua", tendrá la facultad para negar la concesión, asignación o permiso de descarga en los siguientes casos:*

*III. Cuando afecte el caudal mínimo ecológico, que forma parte del Uso Ambiental al que se refiere la Fracción LIV del Artículo 3 de la presente Ley, conforme a los reglamentos regionales respectivos;*

Finalmente en el capítulo de Transitorios, la LAN establece en su artículo Decimoquinto en 5º lugar el uso para la conservación ecológica o uso ambiental dentro del orden de prelación de los usos del agua para la concesión y asignación de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales: *"En tanto se cumple con lo dispuesto en el párrafo Tercero del Artículo 22 de esta Ley, se observará el siguiente orden*

*de prelación de los usos del agua para la concesión y asignación de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, superficiales y del subsuelo, aplicable en situaciones normales”:*

*1. Doméstico; 2. Público urbano; 3. Pecuario; 4. Agrícola; 5. **Uso para la conservación ecológica o uso ambiental**; 6. Generación de energía eléctrica para servicio público; 7. Industrial; 8. Acuicultura; 9. Generación de energía eléctrica para servicio privado; 10. Lavado y entarquinamiento de terrenos; 11. **Uso para turismo, recreación y fines terapéuticos**;*

Cabe resaltar que el artículo 13 BIS 3, establece que los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo concertar las prioridades de uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda conforme a lo dispuesto al Párrafo Tercero del Artículo 22 antes mencionado; lo anterior pone al uso ambiental en desventaja puesto que en el seno de esos Consejos y Organismos, no existe una persona que tome la responsabilidad o vocalía para representarlo. Aunado a esto, en todos los casos tendrá prioridad el uso doméstico y el público urbano sobre cualquier otro, con lo que, el uso ambiental solo podría alcanzar como prioridad, el tercer lugar.

Por su parte la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) retoma el principio fundamental de la Constitución de *“Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar”*; asimismo, menciona la preservación que debe hacerse al agua, suelo y demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas. Siendo que estamos frente a un ordenamiento de corte ambiental, los términos “preservación al agua” y “preservación de los ecosistemas”, inducen implícitamente a la necesidad de relacionarlo con caudal ecológico.

La LGEEPA cuenta en el capítulo I del título tercero con un apartado dedicado al Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos. En éste, se puede encontrar en la fracción tercera del artículo 88, con un criterio que a la letra dice: *“Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se consideraran los siguientes criterios: Fracción III.- **“Para mantener la integridad de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas o selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua y la capacidad de recarga de sus acuíferos”***

El concepto de “caudales básicos de las corrientes de agua” es similar a los que aduce la LAN, sin embargo, al no tener una definición clara sobre el alcance de dicho concepto, deja a la mera interpretación de cada individuo su aplicabilidad.

La LGEEPA dispone a lo largo de su contenido, de una gran cantidad de figuras e instituciones jurídicas en la que podría insertarse aspectos, criterios u obligaciones en torno al caudal ecológico. Entre esas figuras, están las Áreas Naturales Protegidas, las Normas Oficiales Mexicanas, el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación del impacto ambiental, la política ambiental y sus instrumentos, las zonas de restauración, la participación social, la denuncia popular, entre otras.

La síntesis de las leyes federales relacionadas con el agua y el medio ambiente presentadas aquí muestran un orden jurídico claro y suficiente para utilizarse como sustento de aquellas acciones orientadas a la implementación del caudal ecológico del río Conchos y demás ríos mexicanos.

## **6. USOS DEL AGUA: PRESION SOBRE RÍOS Y ACUÍFEROS**

El uso principal del agua en la cuenca del río Conchos es el sector agrícola representado por tres distritos de riego y las Unidades de Desarrollo Rural (URDERALES). El volumen anual concesionado a este sector asciende a 1,561 hm<sup>3</sup>, cifra equivalente al 90% del uso total. En segundo término, se encuentra el uso público urbano con un 8%, con tendencias de crecimiento en el futuro cercano. Finalmente, se utiliza un 2% para los sectores productivos que integra al sector pecuario, industrial y la generación de energía (Conagua, 2003). Esta distribución del uso ejerce una fuerte presión al flujo en cauces y a los acuíferos que los subyacen, situación que se incrementa durante los años de sequía.

El área agrícola de los distritos de riego de la cuenca cubren una extensión de 109,628 ha, destacando el Distrito Delicias 005 con 82.6% y un volumen de agua concesionado por 941.5 hm<sup>3</sup>. En segundo término esta el distrito Bajo Río Conchos 090 en la zona de Ojinaga con 10,733 ha y una extracción de 136.9 hm<sup>3</sup> y finalmente el Distrito Río Florido 103 con 8,306 ha. Por su parte, las unidades de riego (URDERALES) integran a los usuarios agrícolas existentes a lo largo del cauce de los ríos, dichos usuarios existen previo al desarrollo de los distritos de riego con un volumen concesionado de 405.8 hm<sup>3</sup>, agua que es desviada directamente del cauce a las tierra agrícolas

### **6.1 Unidades de riego y el caudal ecológico**

Con el objetivo de estudiar la interacción del agua superficial con la subterránea e identificar el origen y destino del agua en el cauce del río San Pedro, WWF realizó el monitoreo semanal del flujo de agua en el tramo de 27 km comprendido entre la presa Francisco I. Madero y la confluencia con el río Conchos. El periodo de muestreo se realizó de febrero 2009 a febrero 2010, cual incluye el ciclo agrícola de primavera verano, el ciclo agrícola de otoño-invierno y las temporadas de estiaje y lluvias de verano. Los sitios de monitoreo incluyó cuatro sitios del cauce del río San Pedro ubicados en el puente de Rosales, La Linterna, el puente El Torreón y en la confluencia de los ríos San Pedro y Conchos. Los restantes seis sitios de muestreo se ubicaron en las obras de toma de las URDERALES San Pablo, La Chaveña, Loreto, Colomeña, Guadalupe, El Torreón. También se monitorearon otros parámetros hidrológicos como

el nivel freático del acuífero Delicias-Meoqui en su zona más cercana al río San Pedro, la temperatura del agua subterránea, precipitación, presión barométrica

Los resultados muestran que el flujo de agua en los 27 km de cauce del río San Pedro es resultado del flujo de retorno de riego de las tierras de cultivo más cercanas al cauce por lo que su flujo depende en la temporada de estiaje del riego que realiza el Distrito de Riego Delicias 05. También quedó definida la rápida recarga del río San Pedro al acuífero subyacente en un periodo de entre dos y tres semanas. Con respecto a la extracción de agua para riego por parte de las URDERALES se observó que está en función de la disponibilidad del líquido en el cauce, especialmente durante la época de estiaje de primavera.

La figura 13 muestra que a mayor disponibilidad de agua en el cauce, mayor es la extracción desde el inicio de la temporada de lluvias y hasta el fin de la temporada agrícola. Sin embargo, la extracción de agua por las URDERALES monitoreadas se estabiliza entre 2 y 2.5 m<sup>3</sup>/s durante la temporada de lluvias. Al cierre del ciclo agrícola, 30 septiembre de cada año, y cierra de la extracción de las presas de la región se observa la reducción paulatina del flujo en el cauce como resultado de la disminución del retorno de riego, asimismo se reduce la extracción por las URDERALES del flujo de descarga del río San Pedro en el río Conchos.

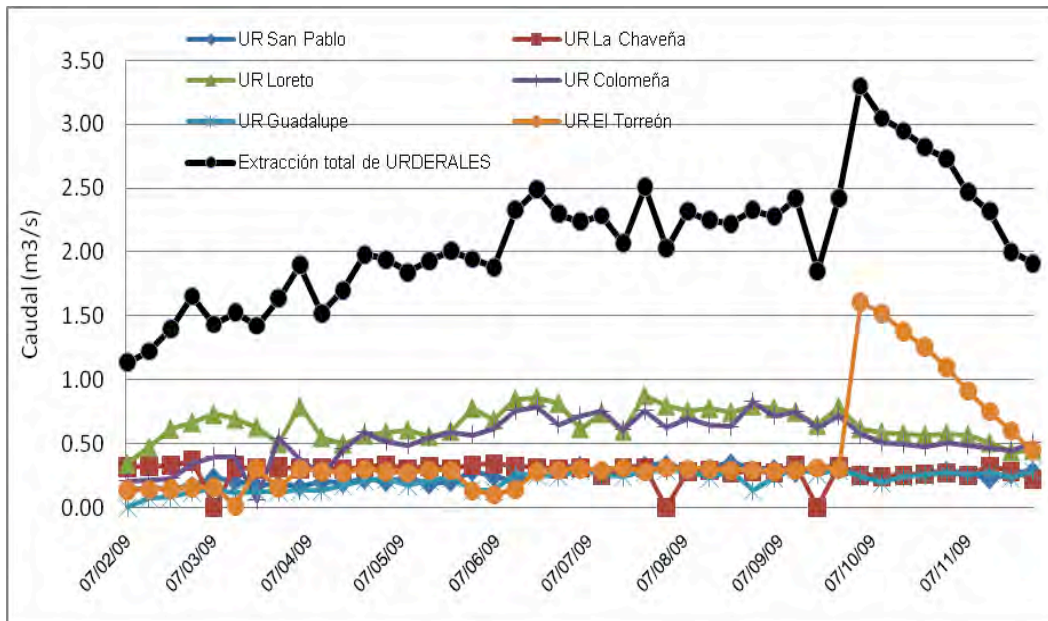


Figura 13. Resultado del monitoreo de la extracción de agua por las URDERALES en el río San Pedro.

El uso del agua por las URDERALES tiene un impacto directo en el flujo del río San Pedro y finalmente en la descarga en el río Conchos, situación que se observa con mayor énfasis durante la temporada de estiaje (Figura 14).

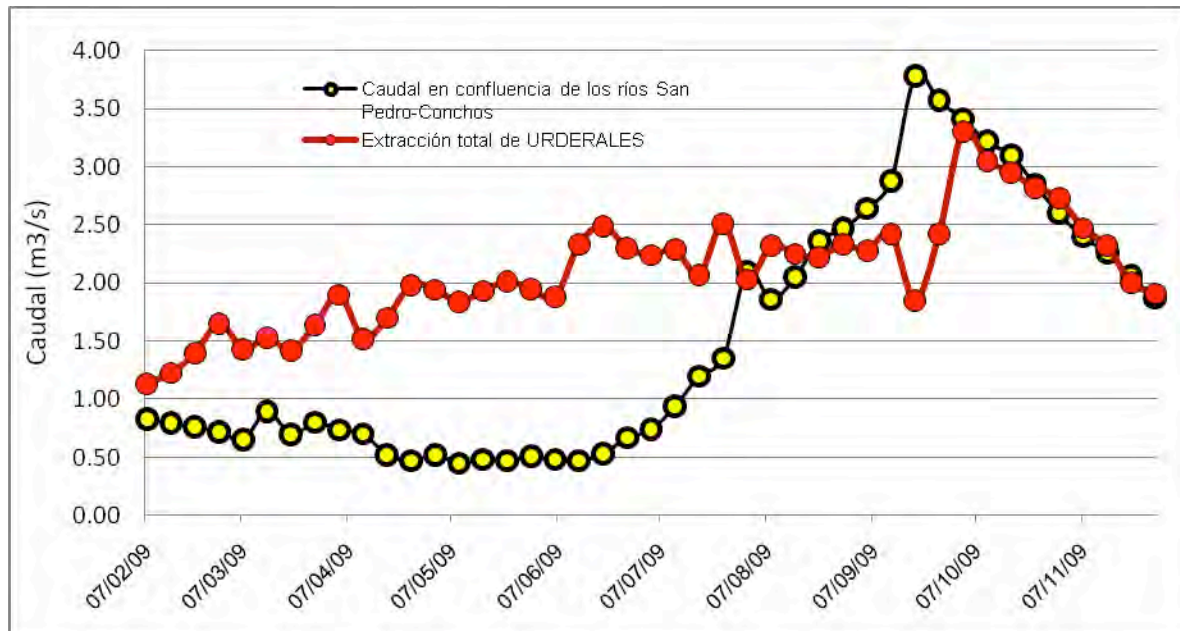


Figura 14. Comparación del flujo entre la extracción de los URDERALES con la descarga del río San Pedro en el río Conchos.

Comparando los volúmenes concesionados de las URDERALES en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) y contra el volumen anual extraído del río San Pedro, se observa que las URDERALES extraen alrededor de 8 veces más agua de la que ampara la concesión (Figura 15). El análisis del monitoreo muestra que el incremento del flujo en el cauce del río San Pedro por efecto del caudal ecológico sería impactado negativamente por la extracción de las URDERALES, si estas no controlan la extracción que realizan durante todo el año.

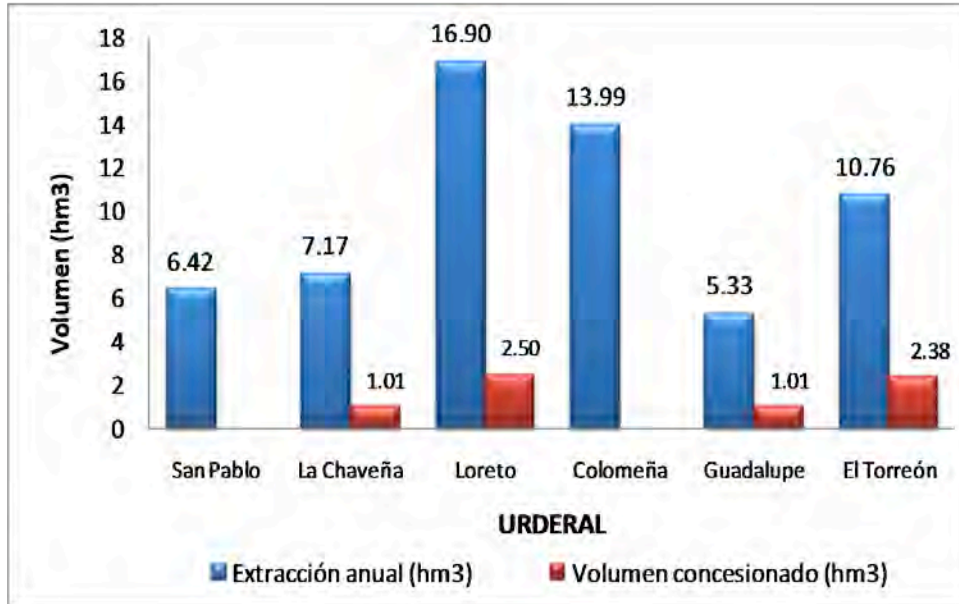


Figura 15. Comparativo del volumen de agua extraído del cauce del río San Pedro y el volumen concesionado para cuatro de las URDERALES estudiadas.

El monitoreo permanente de la interacción de aguas superficiales y subterráneas en la zona del río San Pedro ha permitido la construcción de un modelo conceptual del sistema hidrológico, en donde destaca el alto impacto que tiene el riego agrícola por aporte del retorno de flujo al río San Pedro (Figura 16). Asimismo destaca la rápida recarga al acuífero por parte del río San Pedro en un periodo ligeramente mayor a las dos semanas lo que muestra la alta permeabilidad de la zona vadosa en la zona. Además, se podría comentar que el agua utilizada por el Distrito de Riego vuelve a ser reutilizada por las URDERALES de este tramo del río San Pedro y quizá una tercera o más ocasiones por lo urderales localizados aguas abajo del mismo río San Pedro o del mismo Conchos.

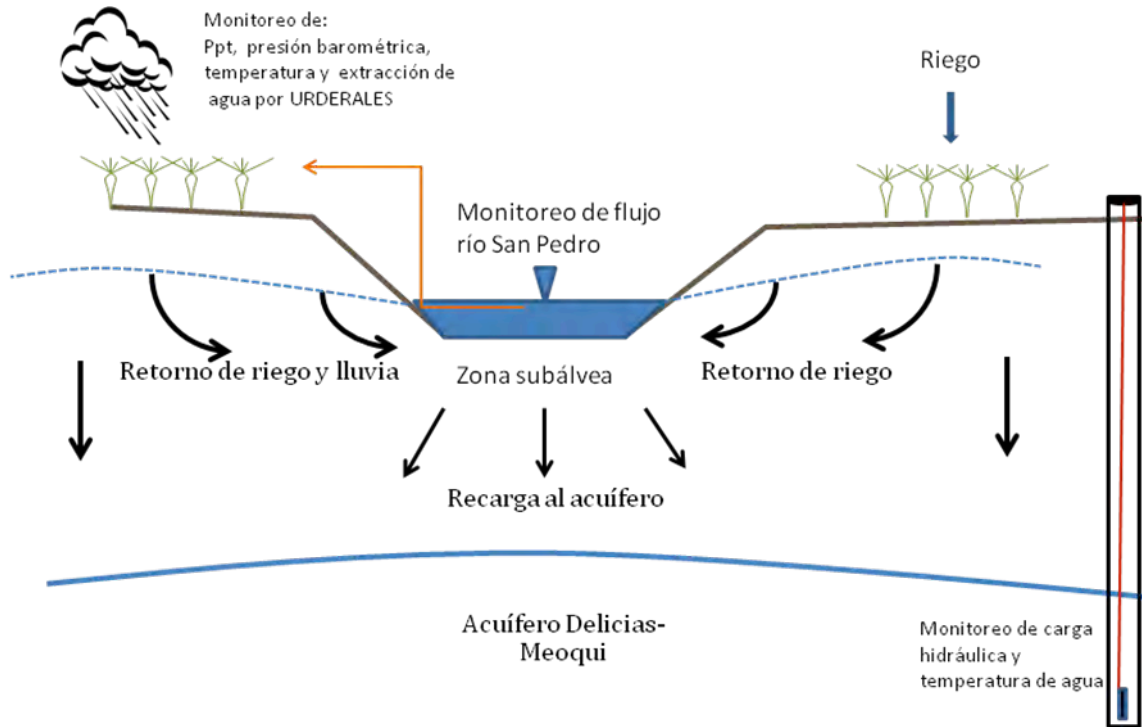


Figura 16. Modelo conceptual de la interacción del río San Pedro y el acuífero Delicias-Meoqui determinado por monitoreo de parámetros hidrogeológicos.

## 6.2 Balance hídrico de la cuenca

El manejo actual del recurso hídrico en la cuenca está encauzado principalmente a su explotación económica por el sector agrícola y el abastecimiento público. Dentro del balance destaca la subcuenca Alta con el mayor escurrimiento pero también con el de mayor valor de evaporación ( $310 \text{ hm}^3$ ) principalmente en el embalse La Boquilla. La mayor extracción se refleja en la subcuenca Media y en segundo término en la Alta. El resultado del manejo del agua en la cuenca a la fecha ha generado que la disponibilidad de agua superficial presente valores negativos de hasta  $-300 \text{ hm}^3$  en la subcuenca Media y de  $-742 \text{ hm}^3$  en toda la cuenca (Conagua, 2008a) (Figura 17).

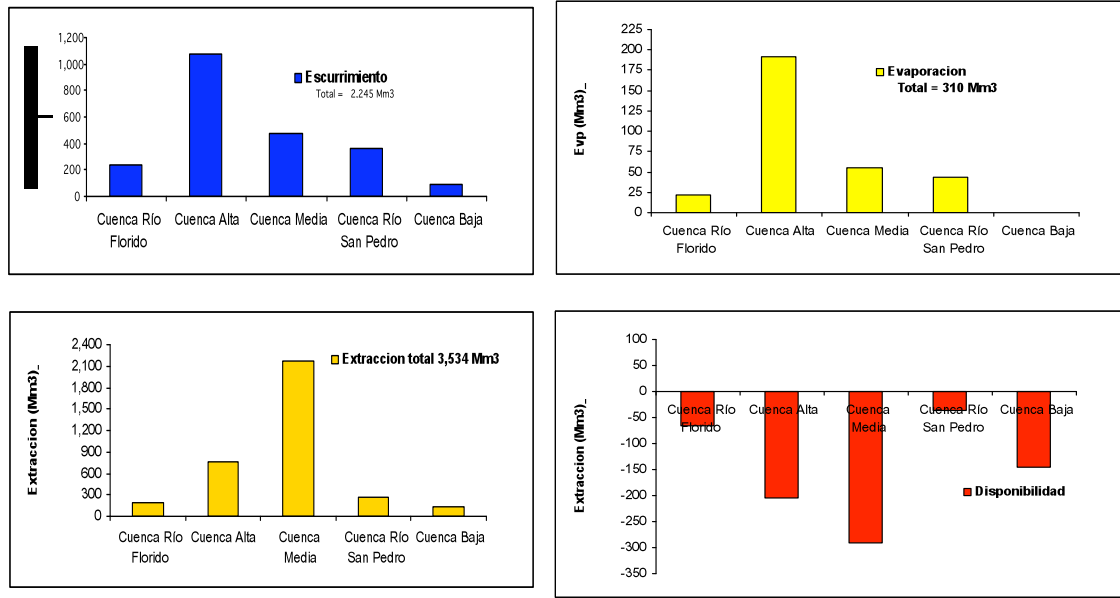


Figura 17. Balance hídrico por subcuencas (Fuente de datos: CNA, 2008a)

El Proyecto de Modernización y Tecnificación de los Distritos de Riego del Río Conchos iniciado en el año 2002 ha logrado reducir el déficit de agua de la cuenca hasta en 160 hm<sup>3</sup> por año . A solicitud de la CONAGUA, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) evaluó los ahorros de agua del distrito en el periodo del año 2002 al 2007. Los resultados muestran un ahorro total de 522.6 millones de m<sup>3</sup> (Figura 18) en dicho periodo.

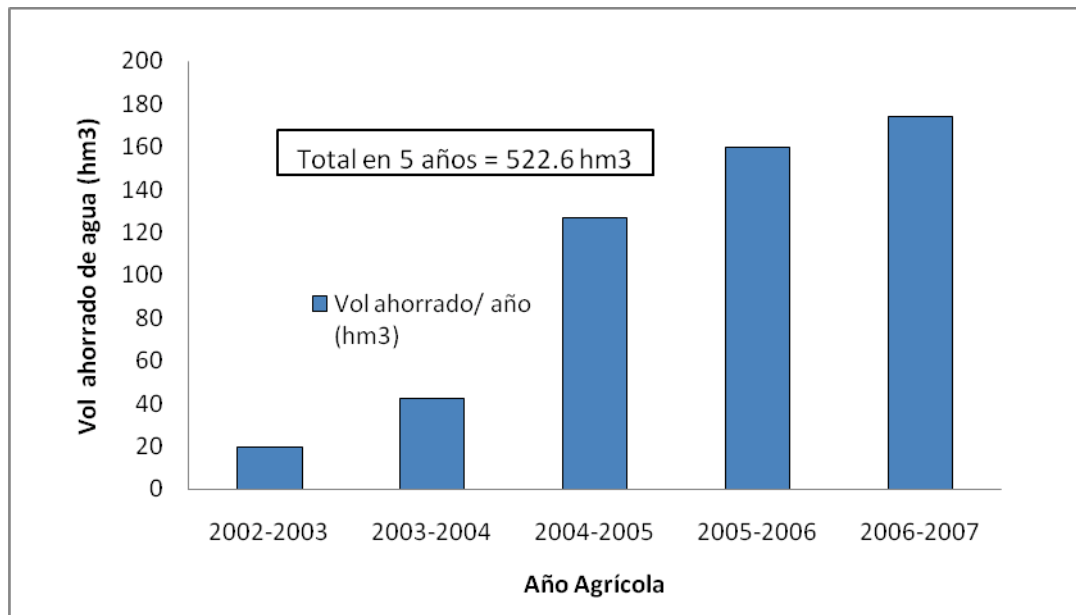


Figura 18. Volúmenes de agua ahorrado por el Distrito de Riego Delicias 005 en el periodo de del año 2002 al 2007, de acuerdo a datos de la CONAGUA (2009).

De acuerdo al proyecto de modernización de los distritos de riego del río Conchos, el volumen por ser ahorrado durante un año agrícola es de 369 hm<sup>3</sup> para los tres distritos de riego y de 343 hm<sup>3</sup> para el 005 Delicias. Los resultados muestran que para el año agrícola 2006-2007 el máximo volumen ahorrado fue de 173.9 hm<sup>3</sup>, equivalente al 50% de lo proyectado para la subcuenca media (Figura 19). Probablemente durante los años 2008 y 2009 estas cifras hayan sido superadas por haberse presentado años más lluviosos que el periodo de estudio que ocasionaron avenidas de hasta 1,500 m<sup>3</sup>/s en los tres principales embalses de la cuenca.

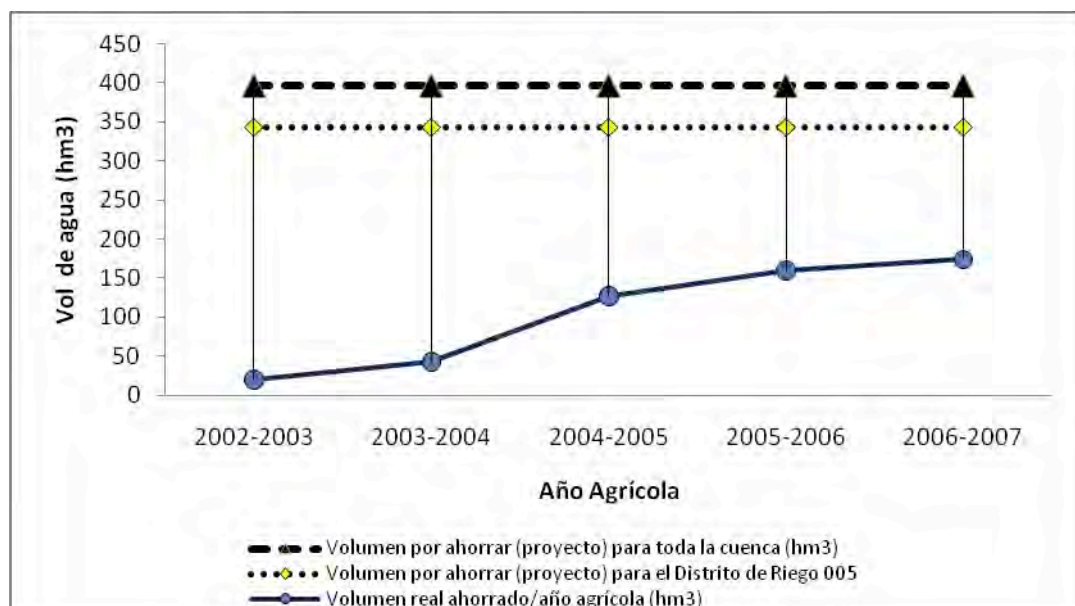


Figura 19. Gráfica comparativa de volúmenes de agua proyectados para ser ahorrados por los tres distritos de riego y el 005 Delicias contra el volumen ahorrado en el periodo 2002-2007 de acuerdo al estudio de Conagua desarrollado por el IMTA.

De continuar esta tendencia de ahorro de agua y su almacenamiento en las presas La Boquilla y Francisco I. Madero, las probabilidades de una mayor frecuencia de derrame de las presas se incrementa y consecuentemente la presencia de avenidas extraordinarias en los cauces de los ríos Conchos y San Pedro, así como las inundaciones a poblados aledaños a dichos cauces. Este manejo permitirá reducir el déficit hídrico de la cuenca y facilita la implementación de caudales ecológicos como herramienta para reducir el riesgo por inundaciones de la sociedad.



Inundación de la ciudad de Ojinaga, Chih., en septiembre de 2008

## 7. DETERMINACION DE CAUDALES AMBIENTALES

Considerando los antecedentes de la cuenca, su condición hidrológica actual y el estado de su biodiversidad, los objetivos del caudal ecológico para cada una de las subcuencas se engloban en los siguientes términos:

- Mantener las condiciones hidrológicas actuales de los cauces en las subcuencas Alta y la del río San Pedro para que continúen proporcionando los servicios hidrológicos ambientales de los que depende el resto de la cuenca y el desarrollo socioeconómico de la región.
- Recuperar en la subcuenca Media, dentro de lo posible, algunas de las condiciones físicas y ecosistémicas originales del cauce.
- Favorecer las condiciones físicas y bióticas de la subcuenca Baja mediante el establecimiento de un nuevo régimen de flujo que simule su condición original fundamentado en las transferencias del embalse Luis L. León.
- Recuperar la conectividad o relación longitudinal y transversal de los ecosistemas del río, especialmente entre subcuencas para incrementar la viabilidad de la conservación de sus especies.
- Disminuir el riesgo de inundaciones de las poblaciones aledañas a los cauces principales, con un mayor énfasis a las subcuencas Media y Baja.
- Favorecer la recarga de acuíferos, principalmente de la subcuenca Media, y consecuentemente disminuyendo la concentración de elementos tóxicos de origen natural como el arsénico y el flúor, acción que protegerá la salud de la población.
- Favorecer la conservación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas existentes aguas abajo del río Conchos como lo es el megacorredor Cañon de Santa Elena, Maderas del Carmen y Big Bend.

### 7.1 Criterios de selección de sitios

Se seleccionaron nueve sitios, seis en el cauce principal del río Conchos y tres sitios en sus tributarios ríos Balleza y San Pedro. Con esto se cubren cuatro de las cinco subcuencas del sistema hidrológico Conchos, las cuales incluye a nueve municipios del estado de Chihuahua. En la subcuenca Baja se ubicó el sitio Cuchillo Parado; en la subcuenca Media se seleccionó Estación Conchos, Camargo y El Potrero en el cauce principal; en la subcuenca Alta se seleccionaron Agua Caliente, Valle de Zaragoza y Valle del Rosario en el río Balleza; finalmente, en la subcuenca del río San Pedro se seleccionó el sitio San Pedro de Conchos, aguas arriba del embalse Francisco I. Madero y aguas abajo el sitio Congregación Ortiz. En la subcuenca del río Florido no se seleccionó sitio alguno para determinar caudal ecológico, situación que queda pendiente para una etapa posterior (Tabla 8 y Figura 20).

Considerando los aspectos hidrológicos, hidráulicos, geográficos, biológicos y sociales (WWF, 2006), los criterios de selección de estos sitios se fundamentaron en:

- Representatividad de cada una de las 5 unidades hidrográficas de la cuenca del Conchos.
- Diversidad y representatividad de hábitats.
  - Conservación de zonas con hábitat en buen estado de salud.
  - Recuperación de zonas con pérdida biológica e integridad de hábitat dañado.
- Sensibilidad a los cambios de caudal.
- Idoneidad para la simulación hidráulica.
- Proximidad de estaciones hidrométricas con información y series de tiempo amplias.
- Buen estado de conservación para el zoneamiento de la vegetación.
- Accesibilidad al sitio.
- Representación de las áreas de aprovechamiento (extracción, regulación).
  - Sitios con infraestructura para control de extracciones a través de obra de toma.

Tabla 8. Distribución por subcuenca y cauce de los sitios seleccionados para caudal ecológico

Sitio	Municipio	Cauce	Subcuenca
Cuchillo Parado	Coyame	Conchos	Baja del río Conchos
El Potrero	Aldama	Conchos	Media del río Conchos
Estación Conchos	Saucillo	Conchos	Media del río Conchos
San Pedro de Conchos	Rosales	San Pedro	Río San Pedro
Agua Caliente	Nonoava	Conchos	Alta del río Conchos
Valle del Rosario	Rosario	Balleza	Alta del río Conchos
Valle de Zaragoza	Valle de Zaragoza	Conchos	Alta del río Conchos
Camargo	Camargo	Conchos	Media del río Conchos
Congregación Ortiz	Rosales	San Pedro	Río San Pedro

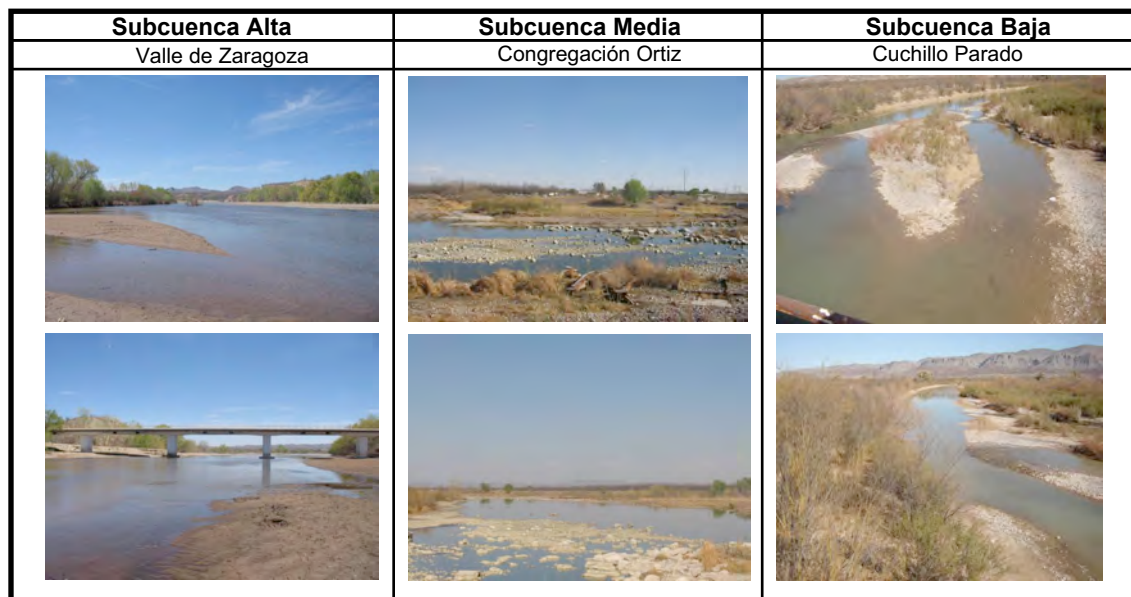


Figura 20. Panorámica de los ríos Conchos y San Pedro en tres de los nueve sitios de caudal ecológico.

## 7.2 Integración de la base de datos

Para la integración de la base de datos a utilizar en el proceso, WWF actualizó los datos digitales existentes en la CONAGUA y obtuvo las bases digitales Bandas, Eric2 y Clicom. Los parámetros actualizados fueron flujo diario, precipitación acumulada (24 hr), temperaturas (máximas y mínimas) y evaporación acumulada (Tabla 9). Posteriormente, se complementó con la información de bitácoras y archivos de las estaciones hidroclimatológicas de la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional (WWF-2008). Este proceso logró integrar una base de datos digital con mayor continuidad:

- Flujos diarios – se incrementó de un 78.0% a un 95.0%
- Precipitación acumulada de 24 hr - de 50.4% a 96.6%
- Temperaturas máximas y mínimas - de 44.3% a 59.9%
- Evaporación - de 38.6% a 53.4%

Tabla 9. Cobertura de la base de datos integrada por WWF.

Estación meteorológica /hidrológica	Subcuenca	Periodo de la base de datos por parámetro			
		Precipitación	Temperatura	Evaporación	Flujo
Chihuahua (observatorio)	Media (río Chuvíscar)	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 – 2005	no aplica
Presa Fco. I. Madero	Baja (río San Pedro)	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 – 2005	1980 - 2005
Ojinaga	Baja (río Conchos)	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 – 2005	1970 - 1996
Parral (observatorio)	Media (río Florido)	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 – 2005	no aplica
Las Burras	Media (río Conchos)	1970-jul 2003	1970-jul 2003	1970–jul 2003	1970 - 2002
Presa Luis L. León	Baja (río)	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 – 2005	1970 - 1999

	Conchos)				
El Vergel	Río Florido	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 - 2005	no aplica
Jiménez 1 (puente)	Río Florido	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 - 2005
Coyame	Baja (río	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 - 2005	no aplica
	Conchos)				
Presa La Boquilla	Media (río	1970 - 2005	1970 - 2005	1970 - 2005	1980 - 2005
	Conchos)				
La Laguna	Alta (río conchos)	1979 - 2005	1979 - 2005	1978 - 2005	no aplica
	Media (río				
Colina	Conchos)	no data	no data	no data	1970-2002
Presa San Gabriel	Río Florido	no data	no data	no data	1970-1999

### 7.3 Sitios con información hidrológica deficiente o nula

La cuenca presenta carencias importantes en la distribución y número de estaciones hidroclimáticas. Para subsanar esta carencia de información hidrométrica, como es el caso del sitio localizado en Valle del Rosario, se aplicó la metodología de “*similitud de cuencas hidrológicas*” utilizando la base de datos de los escurrimientos de entrada a la presa La Boquilla (cuenca auxiliar) para definir la hidrometría del río Balleza (WWF, 2008) mediante la ecuación:

$$V_x = (A_x / A_d) * V_d = F1 (V_d)$$

$V_x$  = volumen anual o mensual estimado en  $Hm^3$

$A_x$  = área de la cuenca sin datos en  $Km^2$

$A_d$  = área de la cuenca auxiliar de la estación hidrométrica en  $Km^2$

$V_d$  = volumen de la cuenca auxiliar en  $Hm^3$

$F1$  = factor de transporte, adimensional

### 7.4 Participación de especialistas e instituciones

La metodología de construcción de bloques requiere la participación de expertos en las especialidades de hidrología, hidráulica, hidrogeoquímica, geomorfología, ictiología, entomología (invertebrados acuáticos) y flora acuática y ribereña. De esta manera, cada área de especialización define los volúmenes de agua necesarios para mantener o conservar los objetivos de cada especialidad.

Los participantes a los talleres de trabajo representaban a las agencias de gobierno de los tres niveles, a instituciones académicas, a organizaciones no-gubernamentales y a la iniciativa privada, tales como:

- Comisión Nacional del Agua (Conagua)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

- Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura (UNESCO-IHD)
- Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA España)
- Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (Profauna)
- Instituto de Ecología, A.C. (INECOL-Durango)
- Instituto Politécnico Nacional (CIDIR-Durango)
- Coca Cola (Grupo ARCA)
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)

### 7.5 Metodología

La metodología de la Construcción de Bloques BBM es un método holístico y prescriptivo ampliamente usado, diseñado para construir un régimen de flujo que permita mantener un río en una condición predeterminada (King et al., 2000; Tharme, 2003). Además, es muy robusto y puede ser aplicado con variados niveles de disponibilidad de datos y para diferentes tipos de ríos (O'Keffe, 2006). El método se fundamenta en el concepto del régimen hidrológico anual del río, donde los flujos que se presentan durante el año son determinantes para el mantenimiento del ecosistema, los cuales se identifican en términos de su magnitud, duración y frecuencia.

Su éxito se fundamenta en que los caudales ecológicos para un sitio específico buscan simular un hidrograma que refleje la condición natural del sitio de acuerdo al objetivo o meta por alcanzar. Para esto, la metodología requiere la información hidrológica tales como hidrogramas de flujos mensuales y anuales, curvas de caudal-frecuencia, secciones hidráulicas transversales y las necesidades hídricas específicas de los componentes del ecosistema relacionados al flujo.

Para la determinación de los caudales ecológicos aplicando la metodología BBM (Figura 21), se desarrollaron las siguientes actividades:

- Definición del área de estudio
- Identificación de segmentos estratégicos del río
  - Determinación de la condición de referencia
- Inventario de comunidades biológicas y del medio físico para cada sitio
  - Peces
  - Invertebrados acuáticos
  - Vegetación
  - Calidad del agua
  - Hidrogeología
  - Geomorfología
- Análisis hidrológico e hidráulico de la sección del cauce para cada sitio
  - Levantamiento topográfico de las secciones transversales
- Integridad hábitat (Condición actual)

- Importancia y sensibilidad ecológica
- Determinación de objetivos para las Clases Ecológicas de Manejo (EMC)
- Trabajo de gabinete y campo con grupo de especialistas
  - Recorrido y muestreo de los sitios de análisis
  - Evaluación del caudal ecológico
  - Cálculo de volúmenes anuales de los caudales ecológicos recomendados

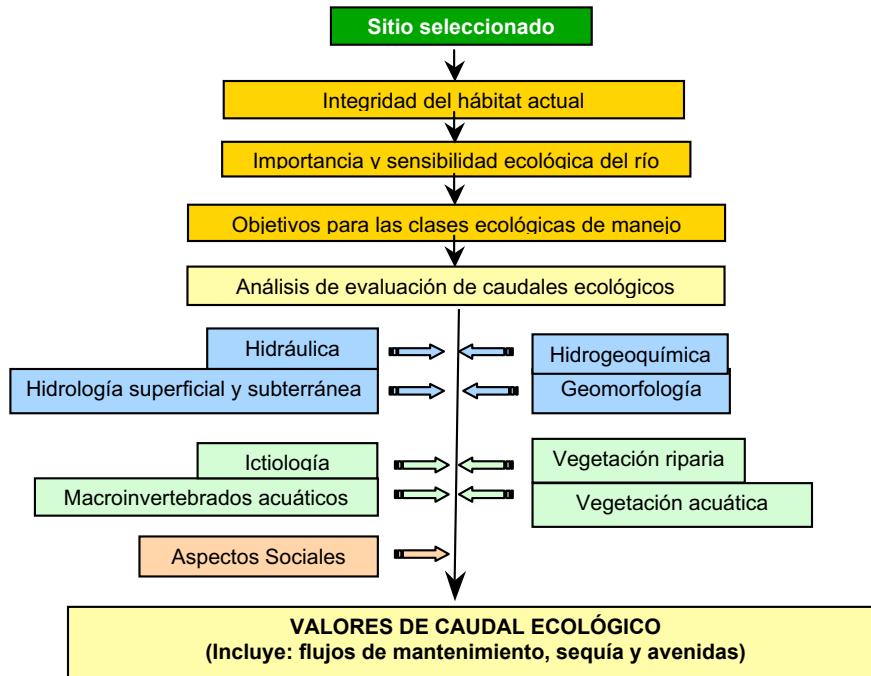


Figura 21. Diagrama de flujo de la metodología BBM (Modificado de WWF, 2008).

## 7.6 Desarrollo de talleres y trabajo de campo

Los resultados de los caudales ecológicos fueron obtenidos mediante el desarrollo de cuatro talleres celebrados en la Cd. de Chihuahua donde la participación de expertos (Anexo 1) en cada una de las ciencias requeridas por BBM contribuyó a la definición de los caudales. Previo a los talleres, se integró la información base para facilitar el proceso en la determinación de la integridad del hábitat y la definición de los valores de caudal ecológico. Además, se realizó un taller nacional (Anexo 1) en las instalaciones del Instituto de Tecnología del Agua donde se determinaron los requerimientos para la determinación de los caudales ecológicos.

## 7.7 El nuevo cálculo de la disponibilidad de agua en la cuenca

WWF propone una nueva metodología (WWF, 2008b) para la determinación de la disponibilidad media anual de la cuenca y subcuencas mediante la modificación de la ecuación de disponibilidad de aguas

superficiales en el cauce principal en la salida de la cuenca hidrológica, contenida en la NOM-011-CNA-2000. La propuesta incluye integrar en la ecuación de disponibilidad de agua la componente de caudal ecológico (WWF 2008b):

$$\begin{array}{l} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} \\ \text{ANUAL DE AGUA} \\ \text{SUPERFICIAL} \\ \text{EN LA CUENCA} \\ \text{HIDROLÓGICA} \end{array} = \begin{array}{l} \text{VOLUMEN MEDIO} \\ \text{ANUAL DE} \\ \text{ESCURRIMIENTO} \\ \text{DE LA CUENCA} \\ \text{HACIA AGUAS} \\ \text{ABAJO} \end{array} - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL} \\ \text{ACTUAL} \\ \text{COMPROMETIDO} \\ \text{AGUAS ABAJO} \end{array} - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\ \text{CAUDAL ECOLÓGICO} \\ \text{CONSIDERADO EN EL} \\ \text{SITIO DE INTERÉS} \end{array}$$

De la misma forma, el volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca aguas abajo del sitio de interés, se determinará aplicando la siguiente ecuación modificada:

$$\begin{array}{l} \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL} \\ \text{DE ESCURRIMIENTO DE} \\ \text{LA CUENCA HACIA} \\ \text{AGUAS ABAJO} \end{array} = \begin{array}{l} \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL} \\ \text{DE ESCURRIMIENTO} \\ \text{DESDE LA CUENCA} \\ \text{AGUAS ARRIBA} \end{array} + \begin{array}{l} \text{VOLUMEN MEDIO} \\ \text{ANUAL DE} \\ \text{ESCURRIMIENTO} \\ \text{NATURAL} \end{array} + \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL} \\ \text{DE RETORNOS} \end{array} \\ + \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\ \text{IMPORTACIONES} \end{array} - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\ \text{EXPORTACIONES} \end{array} - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL} \\ \text{DE EXTRACCIÓN} \\ \text{DE AGUA} \\ \text{SUPERFICIAL} \end{array} \\ - \begin{array}{l} \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\ \text{CAUDAL ECOLÓGICO} \\ \text{CONSIDERADO EN EL} \\ \text{PUNTO DE INTERÉS} \end{array}$$

### 7.8 Determinación de la integridad del hábitat

La Construcción de Bloques (BBM) clasifica la integridad del hábitat por clases de acuerdo a la condición del sitio (Tabla 10). Para determinar la condición a la fecha se realizó trabajo de campo en cada sitio. La información colectada se utilizó de línea base para determinar los volúmenes de caudal ecológico.

Tabla 10. Categorías de la integridad del hábitat de acuerdo a la metodología BBM

Condición	Descripción	Score (% del total)
A	Sin modificar, natural	100
B	Gran proporción natural, pocas modificaciones. Un cambio pequeño en hábitat y biota puede haber sucedido, pero las funciones del ecosistema no presentan cambios.	80-99
C	Moderadamente modificado. Pérdida del hábitat natural y biota han ocurrido, pero las funciones básicas del ecosistema todavía predominan sin cambios.	60-79
D	Modificado a gran escala. Una gran pérdida del hábitat natural, biota y de las funciones básicas del sistema han ocurrido.	40-59
E	Perdidas del hábitat natural, biotas y funciones básicas del ecosistema son extensas.	20-39
F	Modificaciones han alcanzado un nivel crítico y el sistema lótico ha sido modificado totalmente, con una pérdida casi total del hábitat natural y biota. En el peor de los casos, las funciones básicas del sistema han sido destruidas y los cambios son irreversibles.	0-19

## 8. RESULTADOS DE CAUDAL ECOLÓGICO

### 8.1 Integridad del hábitat

La integridad del hábitat de cada sitio está directamente relacionada con el régimen hídrico que fluye en el cauce. Los resultados de integridad muestran que los sitios Valle del Rosario, Agua Caliente, Valle de Zaragoza, y San Pedro de Conchos presentan buenas condiciones. Por su parte, los sitios ubicados aguas abajo de las presas La Boquilla y Francisco I. Madero como lo son Camargo, Congregación Ortiz y Estación Conchos presentan cauces con hábitats fuertemente degradados.

La excepción es El Potrero en donde el régimen hídrico que pasa por el sitio es el resultado de la acumulación de los retornos de riego del Distrito de Riego 005 Delicias en el cauce de los ríos Conchos y San Pedro. Finalmente, en la subcuenca Baja se presentan flujos con mayor regularidad, por lo que la integridad del hábitat presenta mejores condiciones como es el caso del sitio Cuchillo Parado. A continuación se desglosa la integridad del hábitat para cada uno de los sitios:

**Cuchillo Parado.** Condición de la integridad del hábitat C.- El río y sus elementos bióticos asociados se encuentran moderadamente modificados, donde ha ocurrido la pérdida del hábitat natural y su biota pero las funciones básicas del ecosistema todavía predominan sin cambios. La meta es mantener la condición actual C pero con un flujo perene.

Esta condición de hábitat permite la presencia de especies importantes de peces que incluye *Cyleptus elongatus* y *Cyprinella panarcys*. En el sitio se encuentran tres especies exóticas con poca abundancia, además seis especies bénticas, seis especies de ciprínidos y catostomidos. *Lepisosteus osseus* se

encuentra como elemento diferenciador de la composición de la comunidad con respecto a la ictiofauna de aguas arriba de la subcuenca Baja.

Su vegetación presenta una riqueza media con 17 especies, 9 nativas y 8 exóticas; de ellas 11 son especies secundarias indicando un alto grado de disturbio. Es notoria la presencia de *Tamarix ramosissima*, *Cynodon dactylon*, *Populus x acuminata* y *Baccharis sp.* Con gran predominio en el paisaje, estando presente la especie nativa *Salix taxifolia*. Una baja relación de plantas acuáticas/riparias, sólo se registró la especie acuática *Potamogeton pectinatus*.

**El Potrero.** Condición C.- A la fecha el río y sus elementos bióticos asociados se encuentran moderadamente modificados, donde ha ocurrido la pérdida del hábitat natural y su biota pero las funciones básicas del ecosistema todavía predominan sin cambios. El objetivo es mantener su condición C y mejorar las comunidades bióticas del río.

**Estación Conchos.** Condición D. -Modificación a gran escala, con una gran pérdida del hábitat natural, biota y de las funciones básicas del sistema han ocurrido. El objetivo es incrementar su hábitat a una condición C.

**San Pedro de Conchos.** Condición B. -Cauce con una gran proporción natural con pocas modificaciones, un cambio pequeño en hábitat y biota puede haber sucedido, pero las funciones del ecosistema no presentan cambios. El objetivo del caudal ecológico es mantener la misma condición B.

Su integridad de hábitat permite la presencia actual de peces incluye como el *Camptostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Cyprinodon eximius*, *Dionda episcopa* y *Etheostoma australe*. Se cuenta con 13 especies nativas y 1 especie exótica con abundancia baja. La vegetación del sitio incluye una riqueza media a alta con 21 especies y con la mejor relación entre nativas y exóticas, siendo 18 y 3 respectivamente. Sin embargo 10 especies son secundarias, señal de disturbio. El paisaje está dominado por *Populus x acuminata* y *Salix taxifolia*, pero aparece como eminencia *Celtis reticulata*. La relación acuáticas/riparias sigue siendo baja con *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus* y *Marsilea mollis*.

**Agua Caliente.** Condición B. -Cauce con una gran proporción natural con pocas modificaciones, un ligero cambio en hábitat y biota puede haber sucedido, pero las funciones del ecosistema no presentan cambios. El objetivo del caudal ecológico es preservar la misma condición B.

**Valle de Zaragoza.** Condición C.- A la fecha el río y sus elementos bióticos asociados se encuentran moderadamente modificados, donde ha ocurrido la pérdida del hábitat natural y su biota pero las

funciones básicas del ecosistema todavía predominan sin cambios. El objetivo del caudal ecológico es incrementar la clase a B.

**Valle del Rosario.** Condición B.- Cauce con una gran proporción natural con pocas modificaciones, un cambio pequeño en hábitat y biota ha sucedido, pero las funciones del ecosistema no presentan cambios. El objetivo del caudal ecológico es mantener la integridad del hábitat en su misma clase B.

Su buen nivel de integridad permite contar con peces tales como *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Cyprinella panarcys*. Su riqueza media presenta 9 especies; 8 nativas y 1 exótica con baja abundancia del total. Existen 4 especies bénticas, 6 especies de ciprínidos y una no-tolerante. Por su parte la vegetación presenta una riqueza de media a alta con 17 especies, de las cuales 11 son nativas, 6 son exóticas y 11 son secundarias. Ya no aparece *Tamarix ramosissima* en el estrato arbóreo que está dominado por *Salix taxifolia* y *Populus x acuminata*. Las plantas acuáticas son: *Ceratophyllum demersum* y *Polygonum punctatum*.

**Camargo.** Condición E.- Las pérdidas del hábitat natural, biotas y funciones básicas del ecosistema son extensas. El objetivo del caudal ecológico es incrementarlo a D y proporcionar el flujo necesario para incrementar o mantener la integridad del hábitat de los sitios Estación Conchos y El Potrero. Su cauce carece de flujo, por lo tanto no existen comunidades de peces. La vegetación de la ribera del cauce está conformada por un estrato subarbóreo dominado por cedro salado (*Tamarix ramossissima*). El número de especies vegetales encontradas en Camargo fueron 12, con 6 nativas, 6 exóticas y 7 secundarias. Esto indica una condición de alto disturbio.

**Congregación Ortiz.** Condición F.-Las modificaciones han alcanzado un nivel crítico y el sistema lotico ha sido modificado totalmente, con una pérdida casi total del hábitat natural y biota. Las funciones básicas del sistema han sido destruidas. El cauce regularmente presenta charcos con aguas contaminadas con descargas residuales donde se encuentra la tilapia mossambica. El objetivo del caudal ecológico es incrementar su clase al nivel E y favorecer la recuperación de sitios localizados aguas abajo como el sitio El Potrero.

Los resultados de caudal ecológico muestran valores que fluctúan de acuerdo a la condición de la integridad actual del hábitat. De manera global se observa que aguas arriba de las presas Boquilla y Francisco I. Madero presentan valores de caudal ecológico altos, los que son requeridos para conservar las condiciones actuales. Por su parte, los sitios ubicados aguas abajo de los reservorios presentan caudales ecológicos bajos (Tabla 11 y Figura 22).

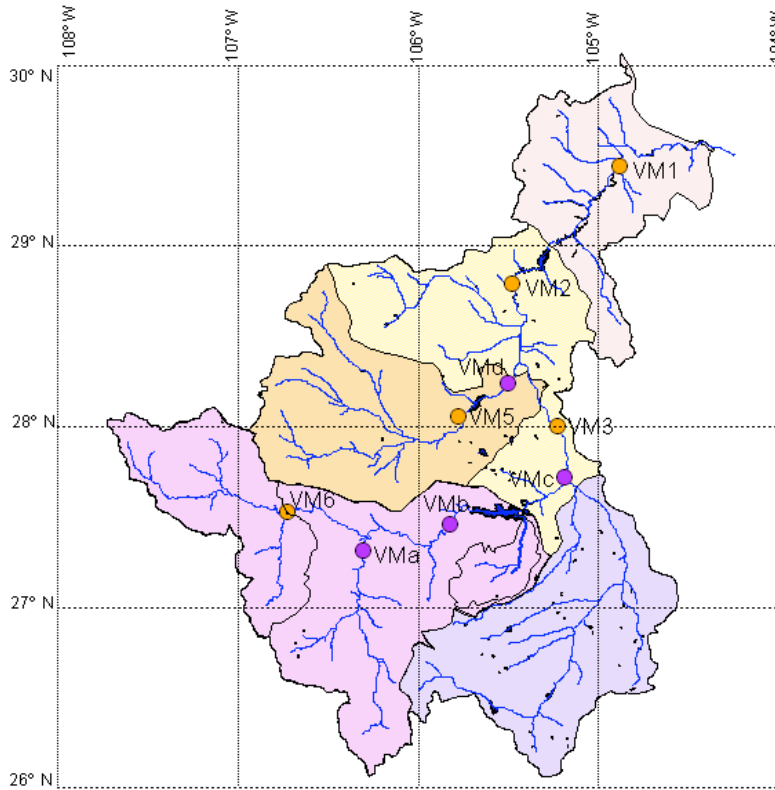


Figura 22. Distribución de sitios en la cuenca con caudal ecológico determinado.

Tabla 11. Sitios con valores de caudal ecológico determinados y su ubicación geográfica

Clave en mapa	Sitio	Cauce	UTM		Coordenadas geográficas	
			Este	Norte	Latitud	Longitud
VM1	Cuchillo Parado	Conchos	511430	3256682	29.43946548	104.882147
VM2	El Potrero	Conchos	453199	3184318	28.78552222	105.479514
VM3	Estación Conchos	Conchos	477828	3096583	27.99422389	105.22549
VM5	San Pedro de Conchos	San Pedro	423931	3102992	28.0500833	105.774013
VM6	Agua Caliente	Conchos	329410	3045571	27.52316283	106.727309
VMa	Valle del Rosario	Balleza	371318	3021438	27.30997222	106.300514
VMb	Valle de Zaragoza	Conchos	418744	3037566	27.4592	105.822333
VMc	Camargo	Conchos	481586	3065461	27.67598889	105.209322
VMd	Congregación Ortiz	San Pedro	450579	3123461	28.23611111	105.503744

## 8.2 VALORES DE CAUDAL ECOLÓGICO

Los caudales ecológicos determinados en nueve sitios de la cuenca se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Valores de caudal ecológico para cada uno de los nueve sitios distribuidos en la cuenca. \*\*

Valores no determinados por el control de las avenidas por la presa La Boquilla.

Caudales ecológicos							
Sitio	Río	Año c/sequía ( m <sup>3</sup> /s)		Año húmedo ( m <sup>3</sup> /s)		Avenidas ( m <sup>3</sup> /s)	
		Caudal bajo	Caudal alto	Caudal bajo	Caudal alto	Año seco	Año húmedo
Cuchillo Parado	Conchos	0.65	1.3	2.25	9	De 10-30 a 30-50	De 10-30 a 100-500
El Potrero	Conchos	0.21	1.05	3.7	9.8	De 10-30 a 30-50	De 10-30 a 50-100
Estación Conchos	Conchos	0.23	1.0	2.25	4.5	**	**
San Pedro de Conchos	San Pedro	0.6	1.0	2.7	8.4	De 10-20 a 20-50	De 10-20 a 20-50
Agua Caliente	Conchos	0.25	0.46	1.16	5.3	De 0.2-1 a 5-10	De 5-10 a 30-50
Valle del Rosario	Balleza	1-2	15	1-2	30	230	230
Valle de Zaragoza	Conchos	7	60	9	100	250	260
Camargo	Conchos	1	3.5	0.5	2.5	40	40
Congregación Ortíz	San Pedro	1	2.5	1.5	3	20	20

Los caudales que circulan actualmente en las partes altas de las subcuencas de los ríos Conchos y San Pedro, en años húmedos y años con sequía, cubren los requerimientos de los caudales ecológicos aquí especificados. Esto incluye a los sitios Valle del Rosario, Agua Caliente, Valle de Zaragoza y San Pedro de Conchos. Por ejemplo, el volumen anual de CE de un año húmedo para el Valle de Zaragoza corresponde al 79.3% del escurrimiento medio anual de 1,100 hm<sup>3</sup> que transitan por ese sitio. Para el sitio Valle del Rosario el CE corresponde al 82.2% del escurrimiento medio anual de 278hm<sup>3</sup>. La significancia de los volúmenes de CE con respecto al escurrimiento medio anual garantizan la conservación del estado físico y biótico del cauce y tributarios en la subcuenca Alta, lo que la identifica como la reserva fluvial más importante del sistema hidrológico del río Conchos.

En la subcuenca Media, aguas abajo de las presas La Boquilla y Francisco I. Madero, los valores de CE cambian drásticamente. Los resultados fluctúan entre 0.5 y 3.5 m<sup>3</sup>/s, demostrando con ello un alto grado de deterioro del cauce y su hábitat. Estos valores corresponden a un porcentaje en el rango del 3.5% al 7.6% del volumen medio anual captado por el embalse La Boquilla y entre el 7.6 y 14.2% para la Francisco I. Madero. Sin embargo, estos caudales son significativos considerando que la liberación de agua para el medio ambiente es cero y que la disponibilidad de agua de la es negativa. Asimismo, los flujos de CE ayudaran a la conectividad longitudinal y transversal del cauce entre las subcuencas Alta y Media.

El valor anualizado de los caudales ecológicos aguas abajo de los dos reservorios para años húmedos totaliza 110 hm<sup>3</sup>, equivalentes al 16.02% de la aportación media histórica del río Conchos al cauce del río Bravo (686.4 hm<sup>3</sup>). Para años clasificados con sequía, el volumen anual de CE totaliza 65.6 hm<sup>3</sup>, lo que se reduce a solamente el 9.5% de dicho aporte. Coincidentemente, este valor de 110 hm<sup>3</sup> es equivalente al 10% del escurrimiento medio anual de entrada a la presa La Boquilla y únicamente el 7.5% del volumen medio anual de entrada a las dos presas principales del Distrito de Riego Delicias 005 (Tabla 13). Igualmente, haciendo la comparación entre el volumen de 110 hm<sup>3</sup> con el ahorro anual por concepto de tecnificación del distrito de riego de 248 hm<sup>3</sup>, el caudal ecológico representa el 44.3% de dicho ahorro.

La liberación del caudal ecológico para los sitios Camargo y Congregación Ortiz sumado al flujo que circula por el cauce principal para cumplir con los derechos de agua de las URDERALES, satisface los requerimientos de los caudales ecológicos para los sitios Estación Conchos y El Potrero. Finalmente, los requerimientos de caudal ecológico para el sitio Cuchillo Parado quedan satisfechos por el volumen anual liberado para cumplimiento del compromiso con los Estados Unidos por la Presa Luis L. León, sin embargo se requiere negociar su redistribución temporal de acuerdo a las necesidades de caudal ecológico del sitio.

Tabla 13. Volúmenes de caudal ecológico para cada sitio

Sitio	Caudal ecológico volumen anualizado (hm <sup>3</sup> )		Escurrimiento medio anualizado		
	Año c/sequía	Año húmedo	(hm <sup>3</sup> )	% en año c/sequía	% en año húmedo
Cuchillo Parado	45	383	683	7	56
El Potrero	34	325	869	4	37
Estación Conchos	14	27	51	28	53
San Pedro de Conchos	34	222	345	10	64
Agua Caliente	24	123	ND	-	-
Valle del Rosario	154	228	278	55.5	82.2
Valle de Zaragoza	556	873	1,100	50.6	79.3
Camargo	38	59	1,100	3.5	5.4
Congregación Ortiz	27.5	51	360	7.6	14.2

Es necesario que la definición de la determinación de un año húmedo o con una condición de sequía se defina por el porcentaje (%) del almacenamiento que se tenga al 1º. de octubre del año previo para cada una de las tres presas principales. Faltaría por definir los límites entre cada condición de humedad para cada una de las presas.

### 8.3 Hidrogramas

A continuación se presentan graficados los valores de caudal ecológico para cada sitio y para años húmedos y con sequía (Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31). En el mismo gráfico se integra el hidrograma del flujo medio de la estación hidrométrica más cercana o del embalse correspondiente que cuente con su base de datos histórica. Este arreglo permite visualizar la relación de los valores mensuales de CE contra los valores de flujos medios mensuales.

Los gráficos muestran un acercamiento entre los valores de CE con el flujo medio para los sitios ubicados aguas arriba de los embalses y un distanciamiento con los sitios localizados aguas abajo. Lo anterior significa que los flujos que actualmente circulan por los sitios ubicados aguas arriba de los embalses son

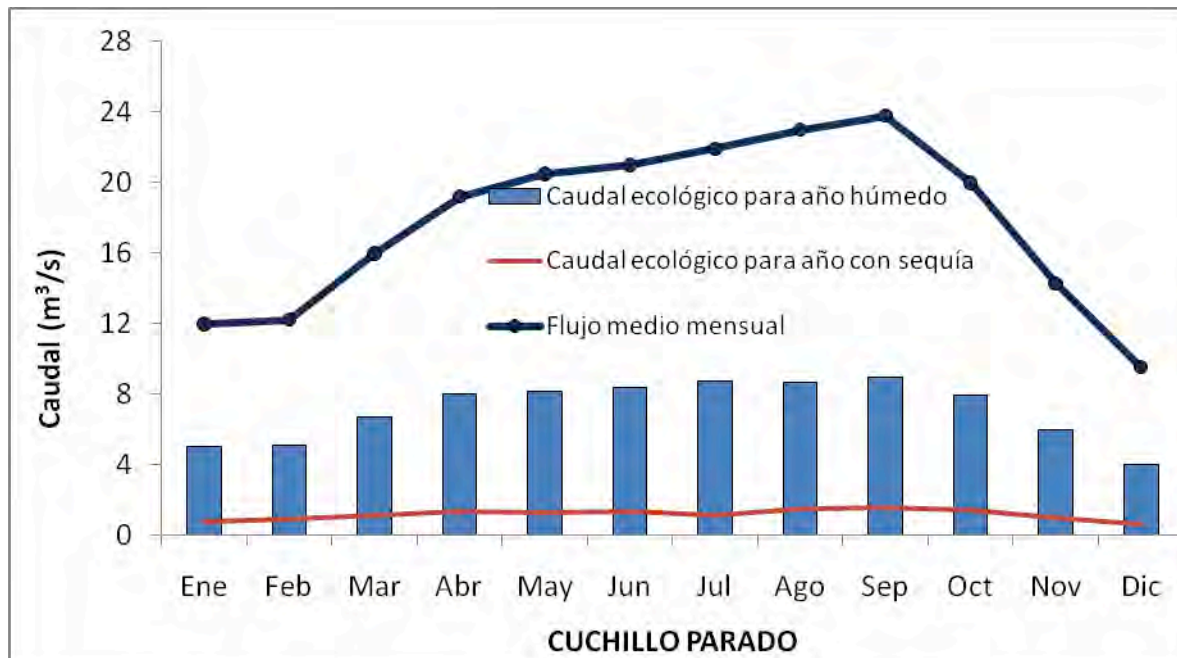


Figura 23. Comparación del CE en el flujo del sitio Cuchillo Parado. Hidrograma del flujo medio mensual construido con el balance hídrico de entradas a presa Luís L. León.



Figura 24. Comparación del CE en el flujo del sitio El Potrero. Hidrograma del flujo medio mensual construido con la base de datos de la estación hidrológica Las Burras.



Figura 25. Comparación del CE contra el flujo medio mensual del sitio Estación Conchos. Hidrograma del flujo medio fue construido con la base de datos de la estación hidrológica Estación Conchos.



Figura 26. Comparación del CE en el flujo del sitio San Pedro de Conchos. Hidrograma del flujo medio mensual construido con el balance hídrico histórico de entradas a presa Francisco I. Madero (1937-2004)

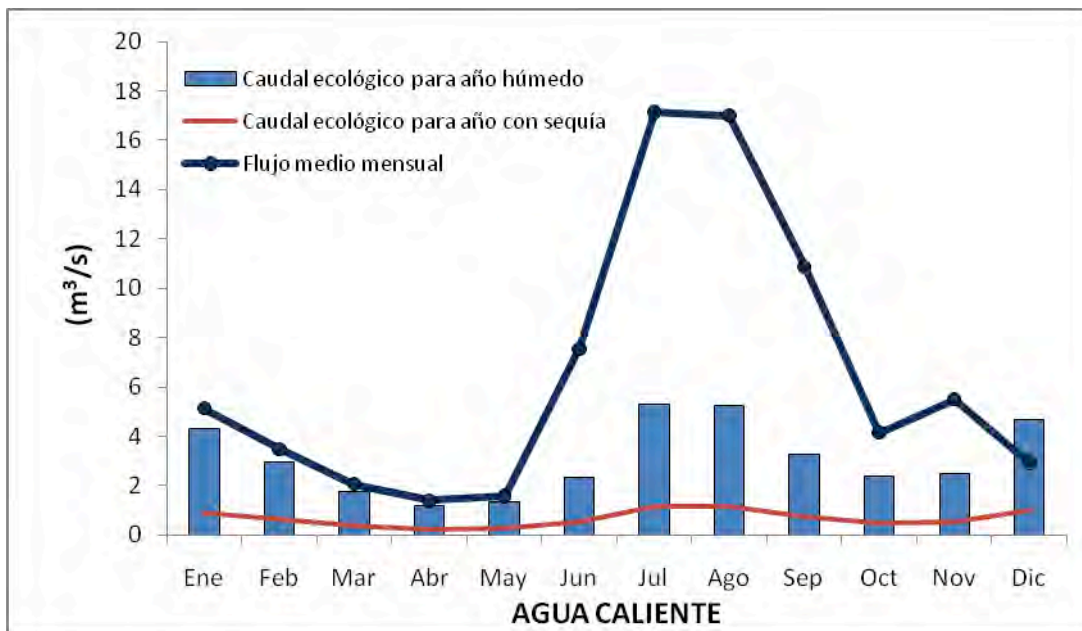


Figura 27. Comparación del CE en el flujo del sitio Agua Caliente.

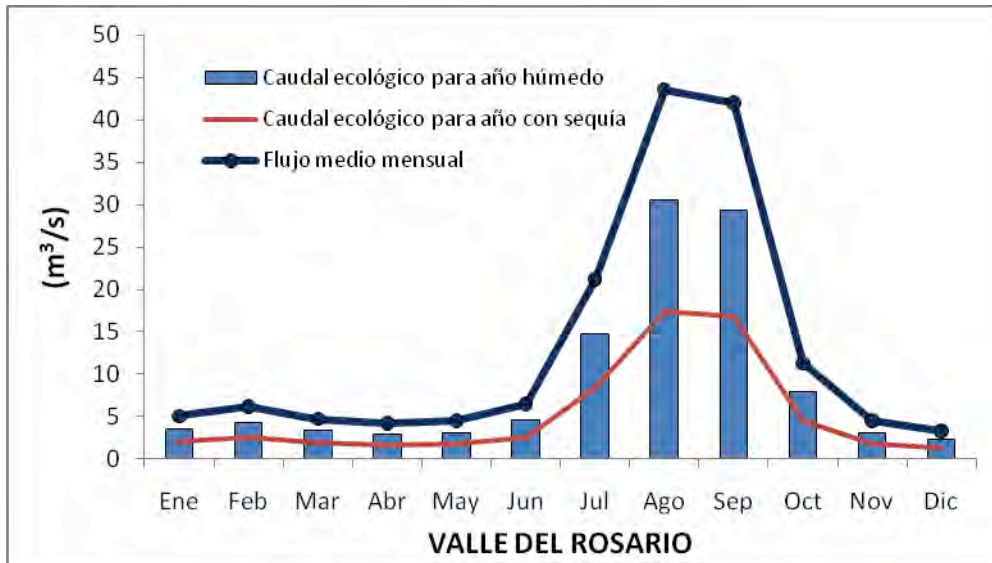


Figura 28. Comparación del CE en el flujo del sitio Valle del Rosario. Hidrograma del flujo medio mensual construido mediante la metodología de similitud de cuencas aplicando el balance hídrico histórico de entradas a presa La Boquilla.

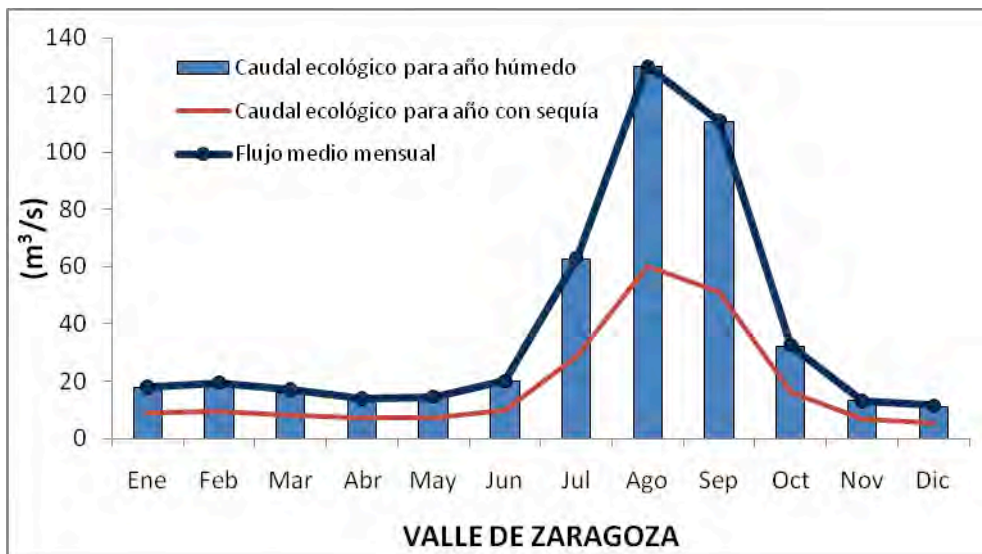


Figura 29. Comparación del CE en el flujo del sitio Valle de Zaragoza. Hidrograma del flujo medio mensual construido con el balance hídrico histórico de entradas a presa La Boquilla.

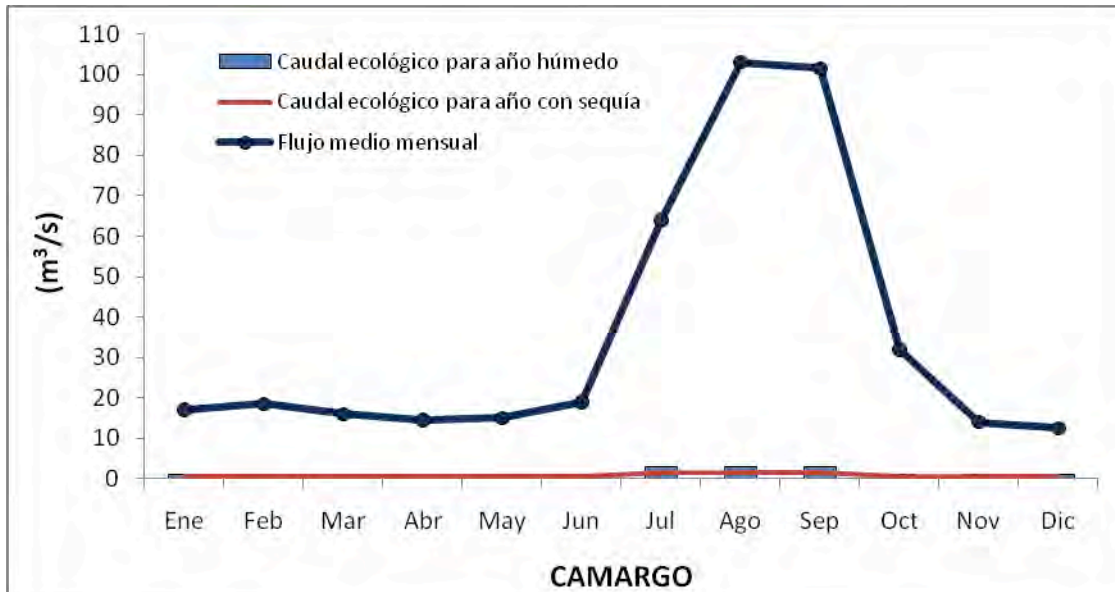


Figura 30. Comparación del CE en el flujo del sitio Camargo. Hidrograma del flujo medio mensual construido con el balance hídrico histórico de entradas a presa La Boquilla.

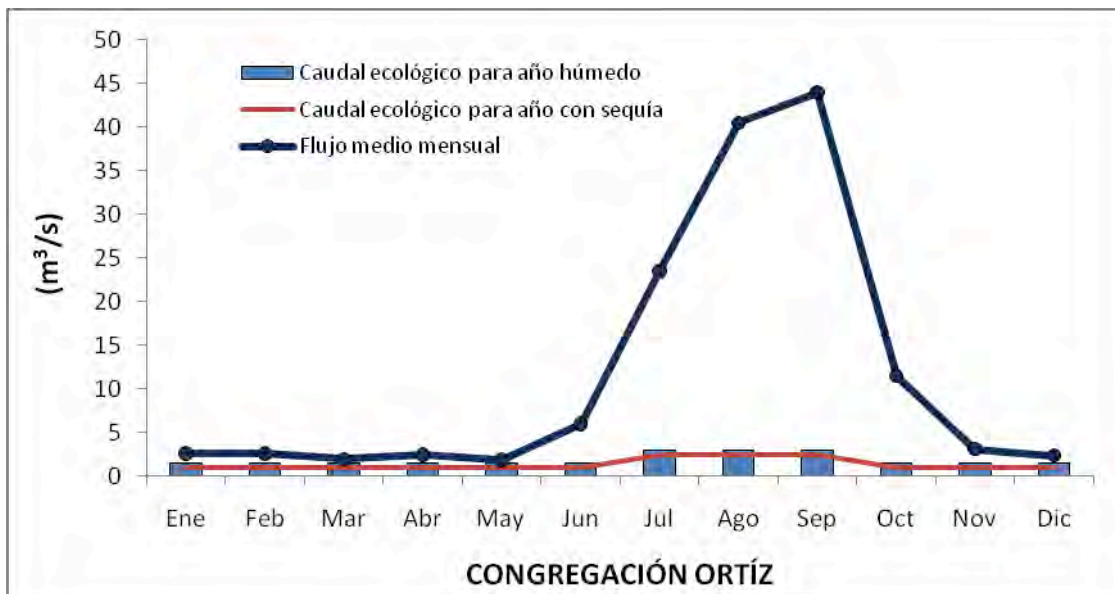


Figura 31. Comparación del CE contra el flujo del sitio Congregación Ortiz. Hidrograma del flujo medio mensual construido con el balance hídrico histórico de entradas a presa Francisco I. Madero.

## 9. MONITOREO DE FLUJO EN SITIOS CON CAUDAL ECOLÓGICO

Con el objetivo de evaluar los valores de caudal ecológico determinado contra los caudales actuales, a partir de febrero del año 2009 se monitoreó mensualmente el flujo en cada uno de los nueve sitios por un periodo de un año. El flujo se midió y calculó mediante el levantamiento de la sección transversal

húmeda del cauce, la medición de la velocidad del agua y la aplicación de la ecuación de Manning para canales abiertos. Posteriormente, se construyó el hidrograma correspondiente para cada sitio y se compararon con los valores de caudal ecológico. Para esta comparación se considera que la frecuencia de muestreo es baja (una vez por mes) por lo que los resultados y sus conclusiones deberán de ser tomados con la debida cautela.

Los flujos medidos en cuenca Baja cumplieron en el año monitoreado con lo establecido por el análisis realizado de caudal ecológico en volumen y en tiempo. Se observó un incremento importante en los meses de agosto a octubre que excedieron los valores de caudal ecológico de mantenimiento pero se ajustaron a los valores de avenidas (Figura 32).

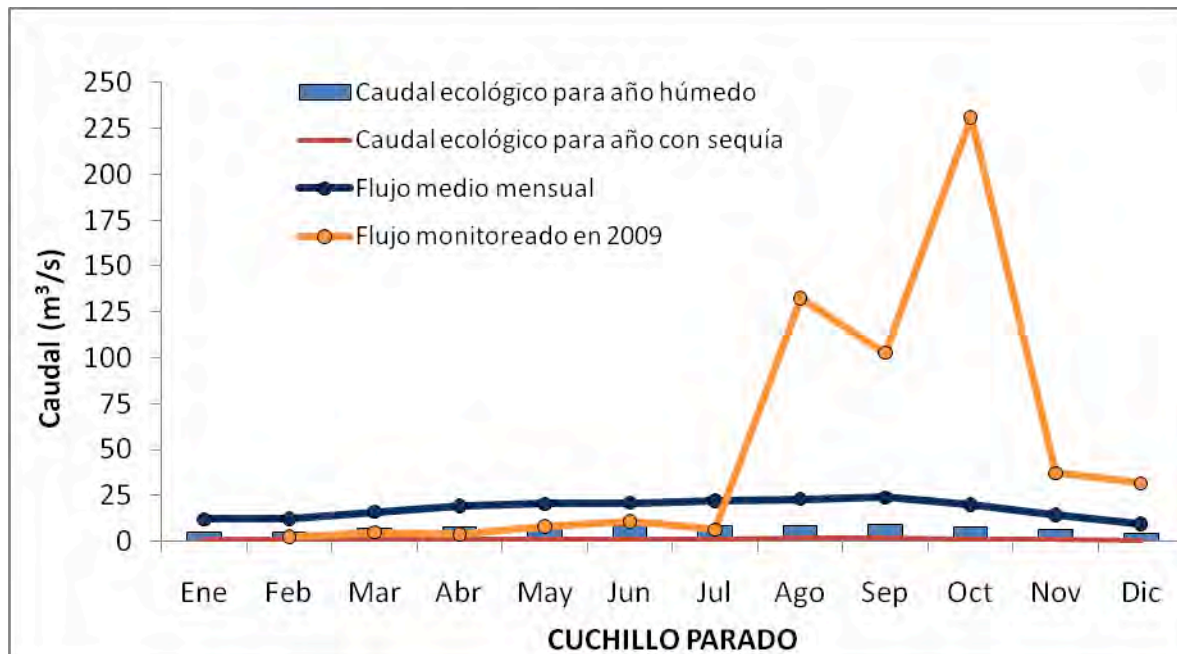


Figura 32. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Cuchillo Parado

En la cuenca Media se observa que el caudal medido en el sitio El Potrero satisface el caudal ecológico durante la mayoría del año, aunque no se midió ninguna avenida. Sin embargo, el hidrograma resultante refleja parcialmente el hidrograma natural del sitio (Figura 33).

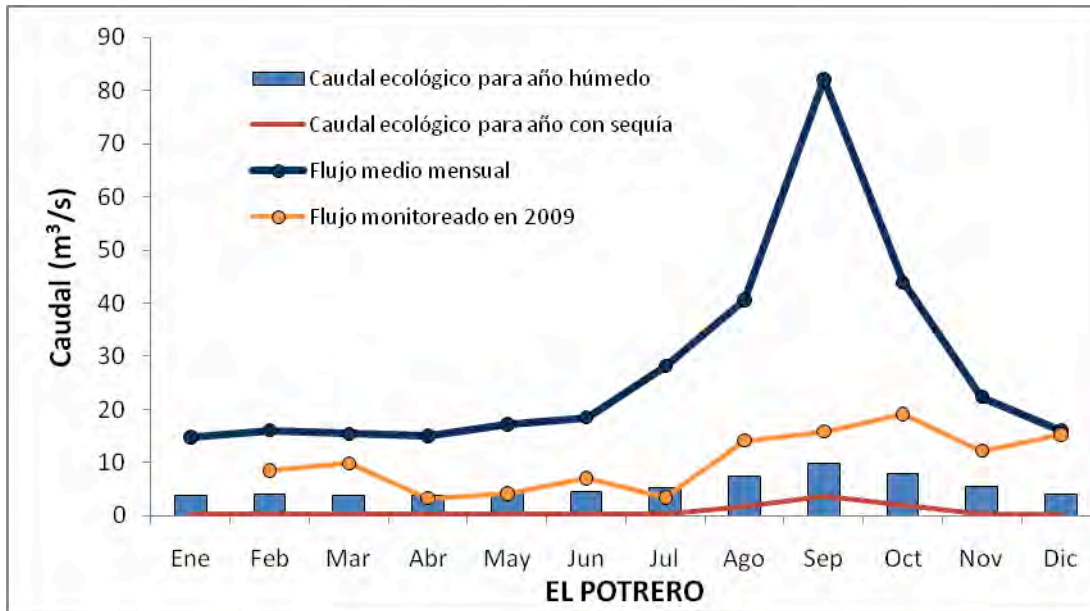


Figura 33. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio El Potrero

Los flujos medidos en el sitio Estación Conchos muestran valores totalmente irregulares generando un hidrograma amorfo con respecto a su hidrograma natural. Esta irregularidad genera que en algunos meses no se cumpla con el valor de caudal ecológico, mientras que en otros sí. Los flujos circulantes en el sitio durante la temporada de estiaje son resultado del retorno de riego de la zona agrícola (Figura 34).

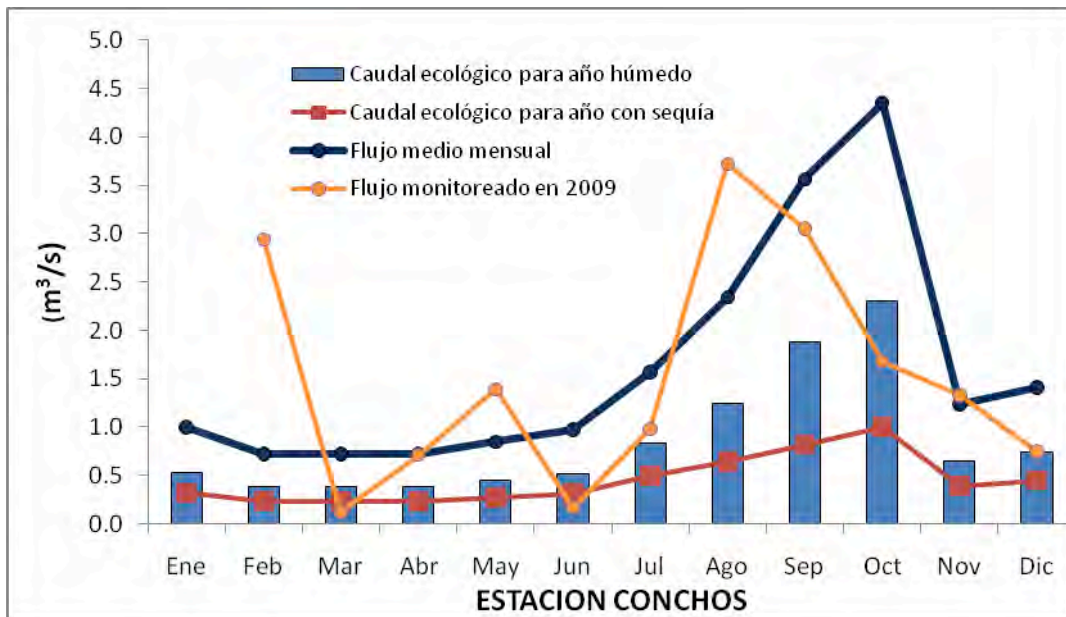


Figura 34. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Estación Conchos

Los flujos medidos en el sitio Camargo muestran valores que no satisfacen el caudal ecológico para ninguno de los meses. El flujo mínimo observado es resultado de filtraciones de la presa derivadora Andrew Weiss. El hidrograma resultante de dichas filtraciones es totalmente irregular con respecto al hidrograma natural del sitio (Figura 35).

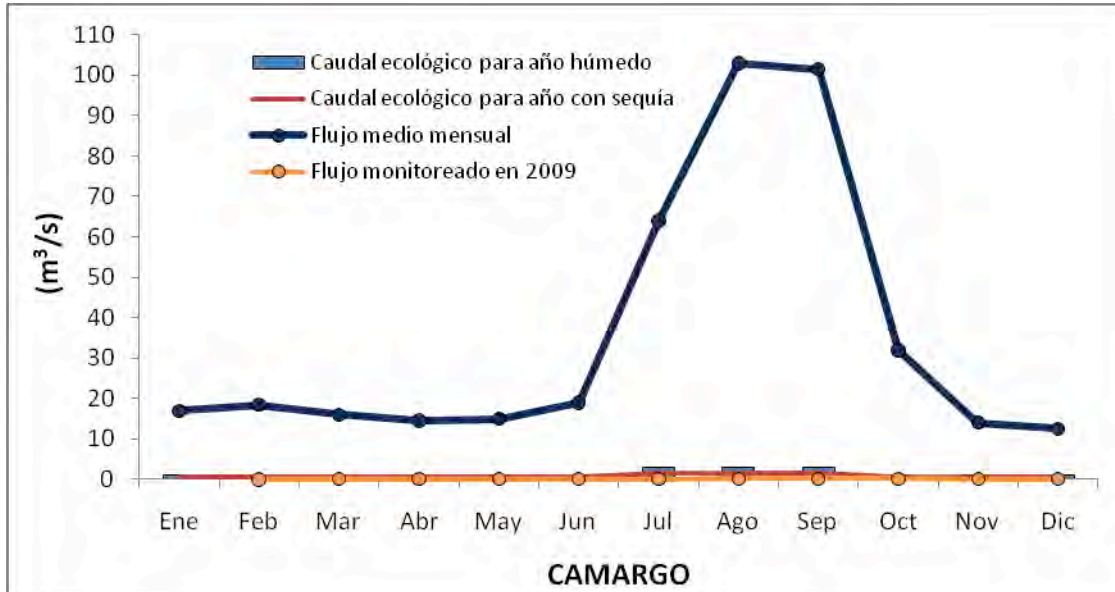


Figura 35. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Camargo

Los flujos medidos en el sitio Agua Caliente, primer sitio de la subcuenca Alta, son muy semejantes a los de caudal ecológico especialmente durante la temporada de estiaje y con valores superiores al caudal ecológico durante la temporada de lluvias con lo que se satisface el requerimiento de avenidas. El comportamiento hidrológico medido del sitio favorece un hidrograma muy similar al natural con flujos perenes y avenidas medidas de valor medio de casi 70 m<sup>3</sup>/s, aunque se sabe que en el sitio se presentaron grandes picos hídricos (Figura 36).

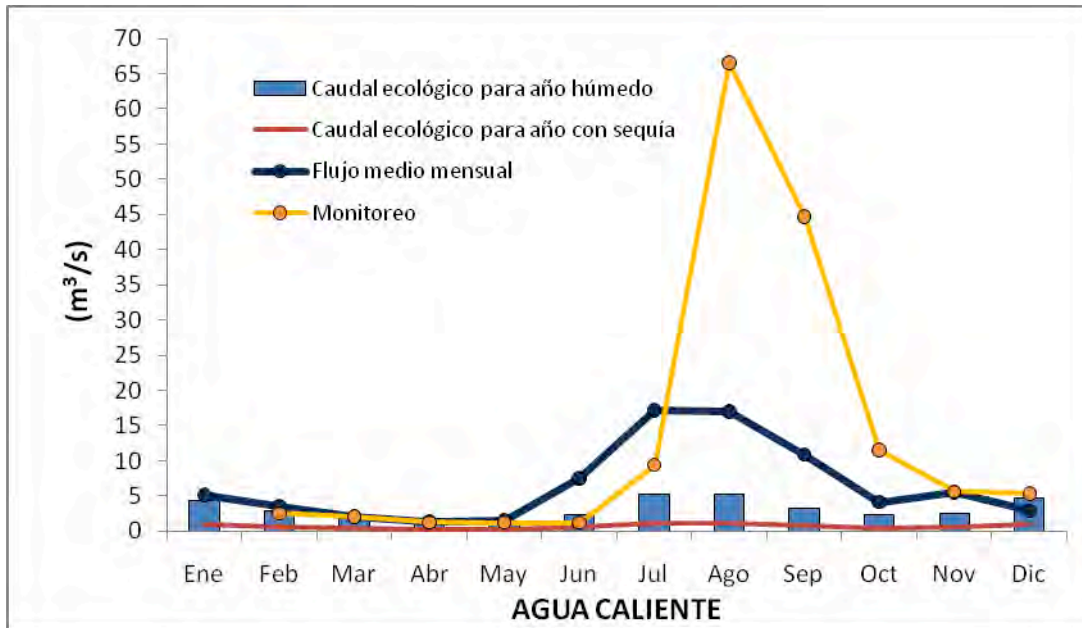


Figura 36. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Agua Caliente

Los flujos medidos en el sitio Valle del Rosario no satisfacen los valores de caudal ecológico de la temporada de estiaje pero si los igualaron durante la temporada de lluvias. El comportamiento hidrológico medido del sitio muestra una distribución temporal de su hidrograma muy similar al natural y con flujos perenes. La diferencia entre los valores de caudal ecológico y los medidos puede ser resultado del procedimiento utilizado para determinar el hidrograma de la subcuenca del río Balleza. Es recomendable el monitoreo permanente de este río para realizar los ajustes necesarios (Figura 37).

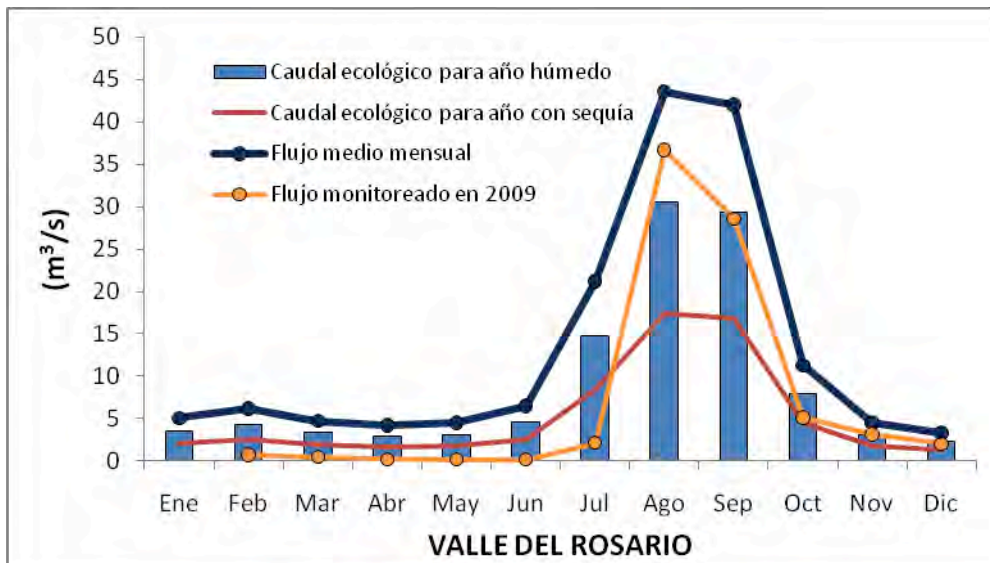


Figura 37. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Valle del Rosario

Los flujos medidos en el sitio Valle de Zaragoza no satisfacen los valores de caudal ecológico para la temporada de estiaje pero si lo excedieron durante un mes de la temporada de lluvias. Sin embargo, el comportamiento hidrológico medido del sitio, muestra una distribución temporal de su hidrograma muy similar al natural con flujos perenes. Los tres sitios se observaron caudales perenes con flujos base en el rango de 1 a 5 m<sup>3</sup>/s en época de estiaje y avenidas de hasta 220 m<sup>3</sup>/s en temporada de lluvias (Figura 38)

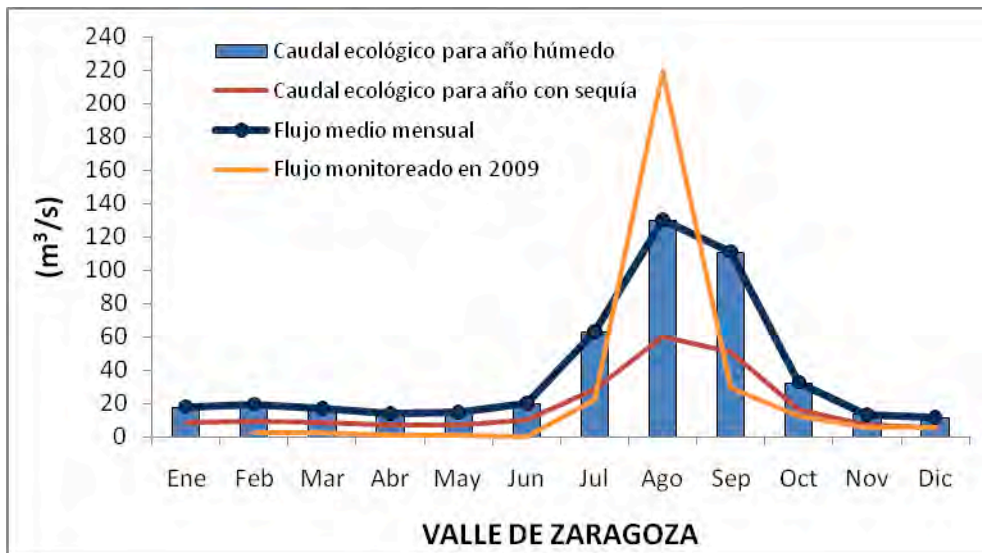


Figura 38. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Valle de Zaragoza

Para la subcuenca del río San Pedro se obtuvieron los siguientes resultados. Los flujos medidos en el sitio Congregación Ortiz no satisfacen los valores de caudal ecológico. Los flujos observados en el sitio presentan un comportamiento irregular (Figura 39) con respecto al hidrograma natural del sitio, sus flujos mínimos, una o dos decimas de metro cubico, se asocian principalmente a la temporada agrícola de la región. Al finalizar esta, el flujo deja paulatinamente de circular en el cauce.

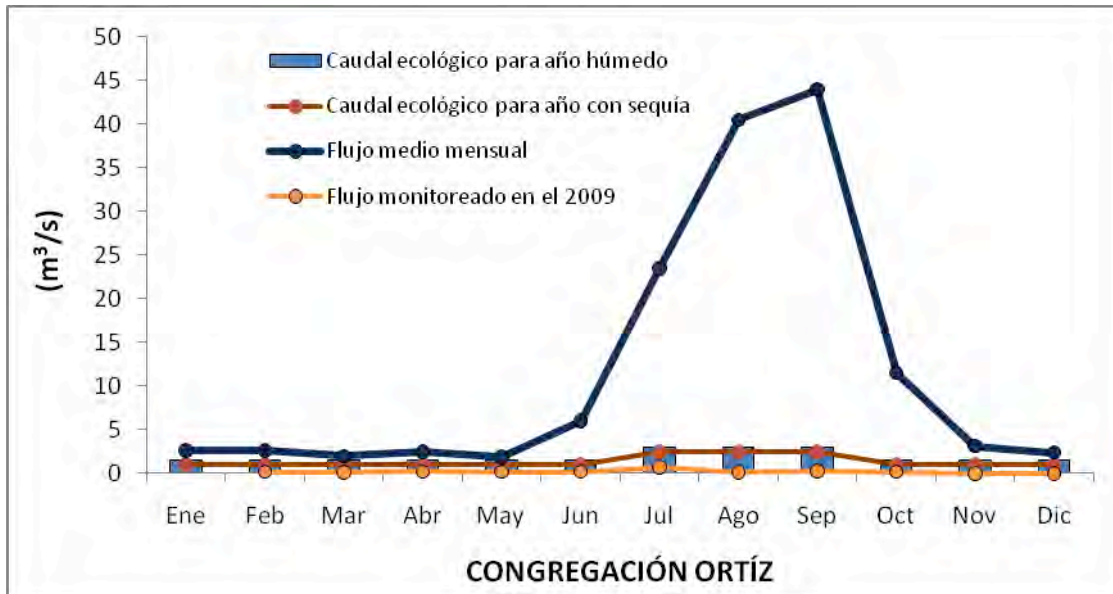


Figura 39. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio Congregación Ortiz

Los flujos medidos en el sitio San Pedro de Conchos son muy similares a los valores de caudal ecológico durante la temporada de estiaje, exceptuando junio, los cuales presentan una distribución temporal semejante al hidrograma natural. Para la mayoría de los meses de la temporada de lluvias los flujos medidos fueron mayores al caudal ecológico, exceptuando julio (Figura 40).

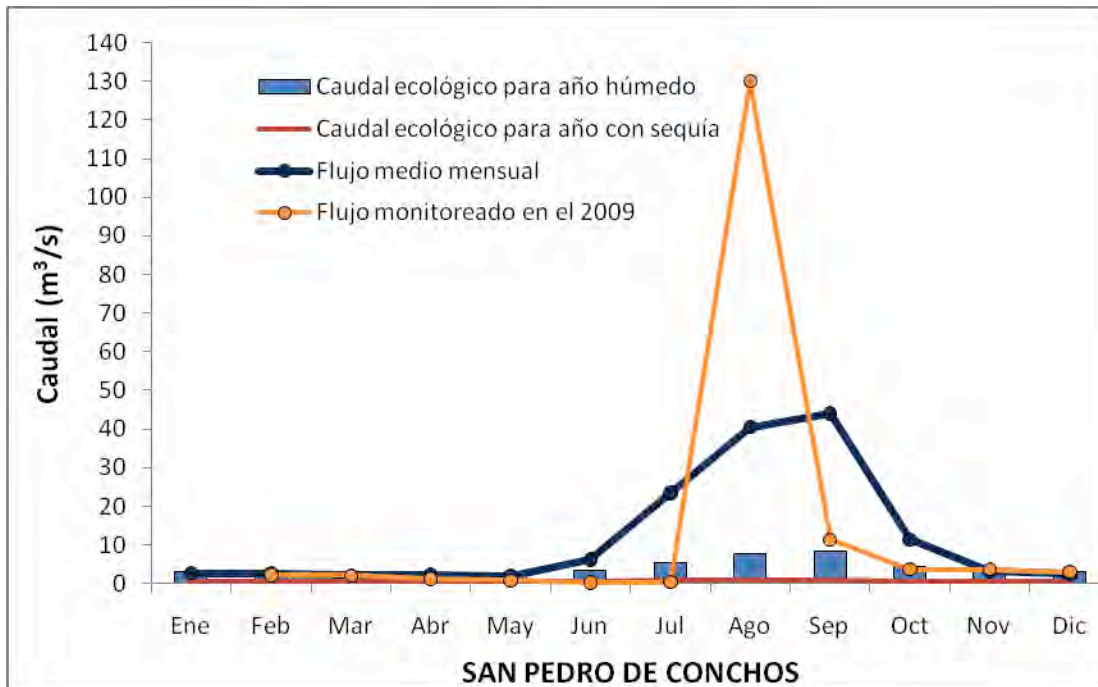


Figura 40. Resultados del monitoreo de flujo en el sitio San Pedro de Conchos

Los resultados del monitoreo de flujo durante el año 2009 muestran que la subcuenca Baja tiene los volúmenes necesarios para satisfacer su caudal ecológico. Sin embargo, es necesario desarrollar la planeación de la liberación de dichos volúmenes para que estos estén asemejen con mayor veracidad el hidrograma natural, incluyendo sus avenidas. Por su parte, los flujos medidos en la subcuenca media presentan grandes irregularidades espaciales, temporales y de volumen que no se asemejan a las características del caudal ecológico. Los flujos medidos en la subcuenca Alta presentan con valores ambiguos, en algunos casos por debajo del caudal ecológico y en otros casos por encima. Sin embargo, su distribución en el tiempo cumple las necesidades del caudal ecológico. Finalmente, en la subcuenca del río San Pedro se satisfacen los caudales ecológicos en la parte alta pero no en el sitio ubicado aguas abajo de su embalse.

Para incrementar el nivel de confianza de este monitoreo sería necesario contar con una mayor frecuencia y blemas para cumplir con el volumen de caudal ecológico. Es necesario regular la necesidad de un monitoreo con mayor frecuencia para poder valorar en su real dimensión.

## **10. CONCLUSIONES**

Los participantes en la determinación del caudal ecológico para el río Conchos, entre los que se encuentra el sector gobierno encargado del manejo del agua, el sector académico y organizaciones no gubernamentales representando a la sociedad en su conjunto, conscientes de la importancia que tiene la cuenca del río Conchos para sus habitantes, consideran necesario restablecer el equilibrio hidrológico y ecológico de la cuenca mediante la determinación y aplicación de caudales ecológicos. Así mismo, consideran que su implementación favorece la sustentabilidad del río y consecuentemente el desarrollo económico y social de la cuenca.

Las leyes mexicanas relacionadas con el agua y el medio ambiente reconocen la necesidad e importancia de que los cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, cuenten con el caudal o volumen mínimo necesario (caudales ecológicos) para proteger sus condiciones ambientales y el equilibrio ecológico (LAN, 2004). De acuerdo a la LAN, la determinación e implementación de caudales ecológicos en cualquier cuenca hidrológica del país quedan protegidos por ley y deberán formar parte de la programación hídrica que realiza la Conagua en dicha cuenca. Para el caso del río Conchos, la protección legal del caudal ecológico conservará a perpetuidad los actuales caudales que fluyen anualmente de las cientos de subcuencas y microcuencas que existen en la sierra Tarahumara y que finalmente confluyen en la Presa La Boquilla. La aceptación de dichos caudales por parte de la autoridad del agua se convierte en el candado legal para su conservación y uso en el resto de la cuenca.

Las características hidrológicas y bióticas actuales del sistema hidrológico presentan condiciones contrastantes como resultado del manejo del agua en la cuenca. Los cauces del río y sus afluentes de la subcuenca Alta conservan excelentes condiciones de integridad del hábitat, con flujos perenes y grandes

avenidas que mantienen el cauce un buen estado de salud. Sin embargo, los estudios realizados detectan el problema de erosión de suelo por efectos del cambio de uso de suelos como la deforestación del macizo forestal. Para poder mejorar esta condición es recomendable garantizar la continuidad del trabajo realizado a la fecha por el Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Río Conchos por su beneficio para la conservación de las características de la principal zona de recarga hídrica de la cuenca.

En la subcuenca Media queda claro el deterioro de sus cauces así como del agua que por ellos fluye, resultado del manejo actual del agua. La distribución de uso del agua por los diversos sectores en la subcuenca, así como su extracción ilegal de cauces, asociada con la problemática aquí descrita ha colapsado la condición natural del río en esta zona y lo que de ello depende. Sin embargo la resiliencia del río permite su recuperación conforme se restablezcan algunos flujos. Es por eso que la implementación de los valores de caudal ecológico en sitios como Camargo y Congregación Ortiz es vital para el resto de la cuenca. En esta subcuenca es recomendable reglamentar y controlar la extracción de materiales pétreos de los cauces, permitiendo con ello la acumulación de arena en el sustrato de cauces para incrementar el beneficio de los caudales ecológicos.

La estrategia de conservación del recurso hídrico en el Distrito de Riego 005 Delicias implementada por el gobierno federal y NADBANK presenta una excelente oportunidad de recuperar parcialmente el estado de salud del cauce de los ríos de la subcuenca Media mediante la implementación del caudal ecológico. A la fecha (año 2010), los ahorros de agua logrados se encuentran almacenados en la presas La Boquilla y Francisco I. Madero. Este almacenamiento continuo incrementa el riesgo de inundaciones de las poblaciones aledañas al cauce principal, Un buen ejemplo se observó en la inundación de Ojinaga en septiembre del 2008. El desfogue controlado que promueven los caudales ecológicos reduciría el riesgo de inundación de dichas comunidades.

El cauce en la subcuenca Baja presenta condiciones hidrológicas y bióticas medias con un gran potencial para ser mejoradas con la implementación de los caudales ecológicos. Para este logro es necesario modificar el manejo de la presa Luis L. León con el objetivo de asegurar los flujos ecológicos durante todo el año. Es obvio que la liberación de estos caudales es de beneficio para el río Bravo y el megacorredor transfronterizo del Cañon de Santa Elena-Maderas del Carmen y el Big Bend, por lo que la viabilidad de su aceptación por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y su contraparte americana IBWC, es muy alta.

La subcuenca del río Florido quedó fuera del esquema de caudales ecológicos. Su problemática asociada a la intensa explotación de sus acuíferos fue determinante para establecer algún sitio de caudal ecológico en alguno de sus ríos. Sin embargo no se debe descartar que existen tramos en buenas condiciones en las zonas altas que requieren ser conservados para el bienestar de los grupos sociales que habitan en esa región.

Es innegable que la implementación de los caudales ecológicos en la cuenca ayudará a conservar las buenas condiciones biofísicas de las reservas fluviales de la cuenca, a revertir las actuales tendencias de degradación del cauce, a reducir los riesgos de inundación de las poblaciones, a recargar los acuíferos de la cuenca media, a disminuir la concentración de contaminantes naturales como el arsénico y fluor en acuíferos de la subcuenca media y a disminuir el nivel de vulnerabilidad de los grupos sociales, lo que en conjunto favorecería la sustentabilidad de la cuenca. Por lo tanto, urge la aceptación de dichos caudales por parte de la sociedad chihuahuense y la implementación por parte de la Comisión Nacional del Agua para el bienestar de todos.

#### **11. AGRADECIMIENTOS**

El trabajo desarrollado y los resultados de caudal ecológico se lograron gracias al financiamiento otorgado por la Fundación Gonzalo Rio Arronte, institución privada creada en el año 2000. Don Gonzalo Rio Arronte fue un exitoso empresario mexicano que al morir en 1999 dejó establecido la creación de su fundación, la cual se encarga del financiamiento de proyectos a nivel nacional relacionados con las problemáticas de agua, salud y adicciones. Para mayor información se puede consultar el sitio <http://fgra.org.mx/>.

## 12. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alonso-EguíaLis, P. 2004. Ecología de las asociaciones de Odonata (Insecta) en el área de influencia de la microcuencas afectadas por la presa Zimapán, Querétaro-Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Querétaro. 218 pp.
- Alonso-Eguía, P. E. y A. C. Estrada-Carbajal, 2008. Identificación de macroinvertebrados Bentónicos de cuatro localidades del río Conchos como parte del proyecto *Determinación de Caudal Ecológico den el río Conchos aplicando Building Block Methodology (BBM, 2da parte)*. Informe técnico. Disponible en el Programa del Desierto Chihuahuense, Chihuahua, Chih. pp. 16.
- Baron Jill, S., N. LeRoy Poff [http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2002\)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2](http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761(2002)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2) - aff2, Paul L. Angermeier [http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2002\)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2](http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761(2002)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2) - aff3, Clifford N. Dahm [http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2002\)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2](http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761(2002)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2) - aff4, Peter H. Gleick [http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2002\)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2](http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/1051-0761(2002)012%5B1247:MEASNF%5D2.0.CO%3B2) - aff5, Nelson G. Hairston Jr., Robert B. Jackson, Carol A. Johnston, Brian D. Richter, and Alan D. Steinman, 2002. Meeting ecological and societal needs for freshwater. *Ecological Applications*: Vol. 12, No. 5, pp. 1247-1260.
- Brisbane, 2007. The Brisbane Declaration. 10th International River symposium and International Environmental Flows Conference, Brisbane, Australia, on 3-6 September 2007. Disponible en [http://www.riverfoundation.org.au/index.php?Itemid=65&id=71&option=com\\_content&task=view](http://www.riverfoundation.org.au/index.php?Itemid=65&id=71&option=com_content&task=view) o en <http://www.riversymposium.com/>.
- Conagua, 1997. Plan Hidráulico Gran Visión del. Estado de Chihuahua 1996-2020. Comision Nacional del Agua
- Conagua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región VI Río Bravo. CNA. México, D.F., México.
- Conagua, 2008a. Disponibilidad Media Anual de Agua en la cuenca del río Bravo, informe técnico preliminar.
- Contreras-Balderas, S., M. L. Lozano-Vilano. & M. E. García-Ramírez. 2003. Índice biológico de Integridad versión histórica en el río Conchos central, Chihuahua, México. Inédito. Bioconservación, A.C. Monterrey, N. L. México.
- De la Maza-Benignos, M., Los peces del río Conchos, 2009. Gobierno del Estado de Chihuahua y WWF- Programa del Desierto Chihuahuense. Pp.
- Díaz, S. C., M. D. Therrell, D. W. Stahle, M. K. Cleaveland, 2002. Chihuahua (Mexico) winter-spring precipitation reconstructed from tree-rings, 1647–1992. *Climate Research*, v. 22: p. 237–244.
- Endfield, G. H., 2007. Archival explorations of climate variability and social vulnerability in colonial Mexico. *Climatic Change* (2007) v. 83, p. 9–38

- Hilsenhoff W. L. 1988. Rapid Field Assessment of organic pollution with a family level biotic index. *J. N. Benthol Soc.* 7(1):65-68
- Hirji, R. y R. Davis, 2009. Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects. The World Bank Environment Department, Natural Resource Management Series, paper number 117. pp. 181. Disponible en, [http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/Env\\_Flows\\_Water\\_v1.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/Env_Flows_Water_v1.pdf)
- King, J. M., R. E. Tharme and M. S. de Villiers (2000) Environmental Flow Assessments for Rivers: Manual for the Building Block Technology. South African Water Research Commission Report No. TT 131/00
- King, J. and Brown C., 2006. Environmental Flows: Striking the Balance between Development and Resource Protection. *Ecology and Society* 11(2): 26. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art26/>
- LAN (Ley de Aguas Nacionales), 2004. "Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la ley de aguas nacionales, que contiene el texto completo de la ley de aguas nacionales, que incluye aquellas disposiciones que se reforman, adicionan y derogan, así como las que no han sido objeto de enmienda alguna". Pp. 113.
- Lenin, B. K., Harish Kumara B. K., 2009. Environmental flows in river basins: a case study of River Bhadra. *Current Science*, v. 96, n. 4, pp. 475-479.
- Liverman, D. M. 1999. Vulnerability and adaptation to drought in Mexico. *Natural resources Journal.* 39(1): pp 99-115.
- McCafferty, W. P. 1983. *Aquatic Entomology.* Jones and Bartlett Publishers, Inc. United States of America.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and its measurement.* Vendra 200 pp
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci* 44:211-235
- Merritt, R. W. y K. W. Cummins (eds.) 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America.* 3ª ed. Kendall/Hunt publ. Co. USA
- Nadbank, 2002. Hoja informativa, distrito de riego 005 Delicias. Banco de Desarrollo de América del Norte. Disponible en [http://www.nadb.org/espanol/pdfs/cartera\\_de\\_proyectos/FS%20Delicias%20Irrigation%2010-02%20\\_Span\\_.pdf](http://www.nadb.org/espanol/pdfs/cartera_de_proyectos/FS%20Delicias%20Irrigation%2010-02%20_Span_.pdf)
- Needham, J. G., M. J. Westfall y M. L. May. 2000. *Dragonflies of North America.* Scientific Publishers. United States of America.
- Novelo-Gutiérrez, R. 1997 a. Clave para la separación de familias y géneros de las náyades de Odonata de México. Parte 1. Zygoptera. *Dugesiana* 4(1) 1-10
- Novelo-Gutiérrez, R. 1997 b. Clave para la determinación de familias y géneros de las náyades de Odonata de México. Parte II. Anisoptera. *Dugesiana* 4(2): 31-40

- O'Keffe, J. 2006. An Introduction to environmental water allocation. Curso de capacitación para participantes del Taller de Determinación de Caudales Ecológicos para el río Conchos. Chihuahua, Chih.
- Pennak, R. W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.
- Richter, B. D., R. Mathews, D. L. Harrison, and R. Wigington, 2003. Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications*, 13(1), 2003, pp. 206–224.
- Smith, D. G. 2001. Pennak's freshwater invertebrates of the United States: porifera to crustacean. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA
- Tharme, R. E., 2003. A global perspective on environmental flow assessment: Emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *Rivers Research and Applications*, vol. 19, nos. 5-6, p. 397-441.
- Washington, H. 1984. Diversity, Biotic and similarity indices. *Water. Res.* 18(6): 653-694.
- Westfall, M. y M. May. 1996. Damseflies of North America . Scientific Publishers Fl. USA
- WWF, 2006. Informe técnico final. Convenio KE50, consultor ITESM.
- WWF, 2008-1. Monitoreo de peces como indicadores de la calidad de los ecosistemas dulceacuícolas en la cuenca del río Conchos. II muestreo en sitios estratégicos para el estudio ecológico. Informe técnico KY51 por Armando Jesús Contreras Balderas. Programa del Desierto Chihuahuense.
- WWF, 2008, Memoria técnica del Taller de Caudal Ecológico, documento interno Programa del Desierto Chihuahuense de WWF. Consultor I. Muñoz. Chihuahua, Chih.
- WWF, 2008b, Estudio preliminar de los caudales ambientales en la cuenca del río San Pedro-Mezquital y su consideración en el estudio de la disponibilidad de aguas superficiales. Documento técnico interno, Manejo de Cuencas Hidrológicas. WWF, México, D.F.

## ANEXO 1



F U N D A C I O N  
GONZALO RIO ARRONTE, I.A.P.

### **CAUDALES ECOLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO CONCHOS Y SU CONSIDERACIÓN EN EL ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES**

**Participantes en los talleres de caudal ecológico celebrados en  
Chihuahua, Chih.**

<b>Lista de asistentes a talleres de Caudal Ecológico</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
M. C. Rafael Hernández Guzmán	CIAD-Mazatlán
Dra. María Elena Pérez	CIDIR-IPN, Durango
Ing. José Luis Romero Villegas	CONAGUA, Durango
Ing. Marcos A. Ocampo Q.	CONAGUA
Ing. Miriam Valenzuela Arenivar	CONAGUA
M. C. Esteban Velázquez Rodríguez	CONAGUA
M. I. Melchor Alberto López O.	CONAGUA
Ing. Edgar Bustillos	Consultor
Ing. Mauro Ramos	Consultor
M. I. Emma Ivonne Muñoz González	Consultor
Ing. Sergio A. Martínez	Embotelladora ARCA
Ing. Reyna Nevarez Carrillo	FCF
Biól. Ana Carolina Estrada Carbajal	IMTA
Dr. Enrique A. Sánchez Camacho	IMTA
Dra. Perla Alonso	IMTA
Dra. Rebeca González Villela	IMTA
M. C. Efraín Rodríguez Téllez	INECOL, Durango
M. C. Pedro Ramírez García	Inst. de Biología, UNAM
M. C. Rafael Sánchez Navarro	IRTA, España
Dr. Juan Carlos Guzmán Aranda	PROFAUNA A.C.
M. I. Manual Irigoyen Soto	SEMARNAT
Dr. Adolfo Chávez Rodríguez	UACH
Dr. Ignacio Alfonso Reyes Cortés	UACH
Biól. Alfonso Valerio Villaseñor	UANL
Dra. María de Lourdes Lozano Vilano	UANL
Dra. María Elena García Ramírez	UANL
Dra. Guadalupe de la Lanza	UNAM
Dr. J. Alfredo Rodríguez Pineda	WWF-Chihuahua
M- C. Mauricio de la Maza Benignos	WWF-Chihuahua
Ing. José Luis Montes	WWF-Chihuahua
Lic. Jenny Zapata	WWF-Chihuahua
M. C. Jürgen Hoth	WWF-Chihuahua
M. D. Haydeé Parra	WWF-Chihuahua
Dr. Mark Briggs	WWF-Chihuahua
Ing. Raquel Gómez Almaraz	WWF-Durango
Biól. Ignacio González Mora	WWF-Oaxaca

## ANEXO 2



F U N D A C I O N  
GONZALO RIO ARRONTE, I.A.P.

### **CAUDALES ECOLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO CONCHOS Y SU CONSIDERACIÓN EN EL ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES**

**Participantes en el taller de caudal ecológico celebrado en el  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.**

<b>Lista de asistentes a talleres de Caudal Ecológico</b>	
<b>Mesa de Ecología</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Contreras Balderas Salvador	Bioconservación
Llerandi Juárez Rosa	CFE
Martínez Fidel	CFE
Rodríguez Horacio	CFE
Villareal Muñoz de Cote Sergio	CFE
Aguilar Sierra Alicia	CONABIO
Ulloa Raúl	Consultor WWF, Cibnor
Ortiz Arrona Claudia Irene	CUCSUR, Universidad de Guadalajara
Patiño Siciliano Alfredo	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Terán Juárez Deyanira	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Alfaro Martínez María	Gobierno del Estado de Chihuahua
Alonso-Eguía Lis Perla	IMTA
Gómez Balandra Ma. A.	IMTA
González Villela Rebeca	IMTA
Huerto Delgadillo Rubén	IMTA
Mijango Carro Marco A.	IMTA
Pica Granados Yolanda	IMTA
Rivas Hernández Armando	IMTA
Ruíz López Alejandro	IMTA
Saldaña Fabela Pilar	IMTA
Sánchez Chávez Javier	IMTA
Garrido Arturo	INE
López-Portillo Jorge Alejandro	INE
Moreno Casassoola Patricia	INE
Espinoza Pérez Héctor	Instituto de Biología, UNAM
Zambrano Luis	Instituto de Biología, UNAM
López Hernández Martín	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Magaña Melgoza Pedro	Instituto de Ingeniería, UNAM
Val Segura Rafael	Instituto de Ingeniería, UNAM
Ochoa García Heliodoro	ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara
Laborde Dovali Alberto	MIE-PNUD
Hinojosa Osvel	Pronatura Noroeste
Valdés Casillas Carlos	Pronatura Noroeste
Landa Rosalva	SEMARNAT
Ramos Osorio Sergio	SEMARNAT
Cabral Hernando	The Nature Conservancy
Mazari Marisa	UNAM
Ahumada Cervantes Brenda	Universidad Autónoma de Baja California
Pérez Munguía Ricardo	Universidad Michoacana
De la Maza Benignos Mauricio	WWF
Barrios Ordoñez Eugenio	WWF
Barajas Acosta Nélica	WWF

<b>Lista de asistentes a talleres de Caudal Ecológico</b>	
<b>Mesa de Hidrología</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Cervantes Alverto	CEDEC
Alday Higeldo Ma. Magdalena	CFE
Zurutuza Ernesto	CFE
Muñoz Emma	Ecohidrología y Modelación
Arellano Lara Fabiola	IMTA
Bravo Inclán Luis	IMTA
García Cabrera Isabel	IMTA
Guitron Alberto	IMTA
Gutiérrez Ojeda Carlos	IMTA
Izurieta Jorge	IMTA
Mejía Roberto	IMTA
Ramírez O. Aldo	IMTA
Sánchez Camacho Enrique	IMTA
Solís Alvarado Yolanda	IMTA
Velasco Velasco Israel	IMTA
Zamora Francisco	Sonoran Institute
Gaviño Novillo Marcelo	UNESCO-PHI
Chávez Adolfo	Universidad Autónoma de Chihuahua
Torrecillas Núñez Cruz E.	Universidad Autónoma de Sinaloa
García Rodríguez Ezequiel	Universidad Michoacana
Rodríguez Pineda Alfredo	WWF
<b>Mesa de Legislación</b>	
Serrano Alejandra	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
Velasco Ramírez Anaid	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
Aznar González Luis Antonio	CFE
Cuervas Daphne	Consorcio para el diálogo parlamentario y la equidad
Junco Pineda Ixnic	Derecho Ambiental
Ortiz Rendón Gustavo	IMTA
López Mario	ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara
Salazar Dreja Alejandra	Pronatura
Ramos Bustillos Luis Enrique	Ramos Hoek, S.C.
López Carbajal Alberto	SEMARNAT
Tattenfield Teresa	SEMARNAT
Bezaury Creel Juan	Tha Nature Conservancy

<b>Lista de asistentes a talleres de Caudal Ecológico</b>	
<b>Mesa de Sociología</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Marban Guerrero David	CFE
Uribe Yamanaka Carlos	CFE
Blasco Cecilia	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
González Roba M. Antonio	GAIA A.C.
Espinosa Claudia	IMTA
Leyva Fernando	IMTA
López Ramírez Eduardo	IMTA
Martínez Ruíz José Luis	IMTA
Murillo Daniel	IMTA
Romero Roberto	IMTA
Sánchez Izquierdo Marco	IMTA
Soares Dennise	IMTA
Vargas Sergio	IMTA
Martínez Ruíz Jorge	IMTA
Pare Luisa	Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM
Toledo Díaz-Rubin Patricia	Instituto Nacional de la Pesca-SAGARPA
Valdés Casilla Carlos	Pronatura Noroeste Alamos
Guzmán Aranda Juan Carlos	Protección de la Fauna Mexicana A.C.
Rivas Guevara Ernestina	Universidad Autónoma de Chapingo
Cortés Montaña Citlali	WWF
Zapata López Jenny	WWF
<b>Mesa de Economía</b>	
Hernández Murillo Ricardo	Consultor
Olivera Villaroel Marcelo	Consultor
Aylward Bruce	Economía Ambiental
Bravo Héctor	Facultad de Economía, UNAM
Camacho González Héctor	IMTA
Donath De la Peña Eduardo	IMTA
Olaiz Alfonso	IMTA
Romero Alejandro	IMTA
Manson Robert	INE
Sanjurjo Rivera Enrique	INE
Carrillo Guerrero Yamilett	Universidad de Arizona
Guerrero García R. Hilda	Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo
Gómez Almaraz Raquel	

## **ANEXO 3**



F U N D A C I O N  
GONZALO RIO ARRONTE, I.A.P.

### **CAUDALES ECOLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO CONCHOS Y SU CONSIDERACIÓN EN EL ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES**

**Fichas técnicas por sitio**

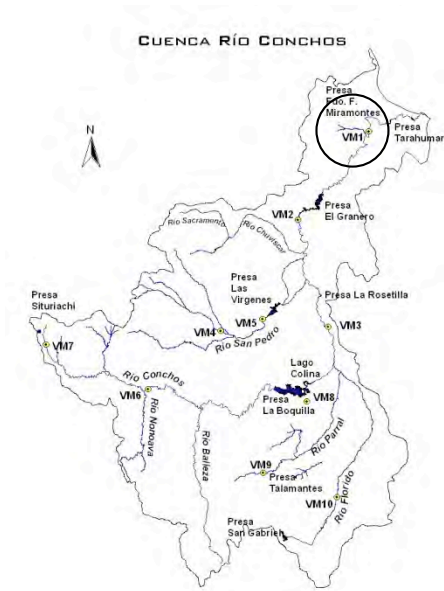
### 3.1. SITIO VM1. CUCHILLO PARADO



## Localización



Satellite image Cuchillo Parado



## HIDROLOGÍA

### 1) Descripción general

El sitio de interés VM1 en la localidad de Cuchillo Parado se encuentra aguas abajo de la presa Luis L. León y el flujo que se presenta en este punto corresponde a las salidas (obra de toma, desfuegos y derrames) de la presa así como la aportación por cuenca propia hasta este punto. La presa satisface las demandas de agua de las Unidades de Desarrollo Rural establecidas en los municipios de Coyame y Ojinaga, así como las necesidades del Distrito de Riego 090 Bajo Río Conchos en Ojinaga y los pagos de agua para satisfacer el Tratado de 1944 con Estados Unidos. El volumen anual de agua concesionada para uso agrícola en estos dos municipios es de 115,348,333 m<sup>3</sup>. El uso pecuario tiene concesionado 1,278,313 m<sup>3</sup> y el público urbano 356,502 m<sup>3</sup>, representando en total el 7.5% del agua concesionada en la cuenca para usos consuntivos.

La presa L. L. León comenzó a operar a partir de 1968. Los flujos a partir de esa fecha se ven afectados por su funcionamiento. La estación hidrométrica en el punto ya no opera y se cuentan con registros desde 1976 a 1993 únicamente. Los flujos naturales de requerirse así como estimaciones en otras fechas diferentes a estas provendrían de la modelación hidrológica. La Figura 1 muestra la ubicación del punto dentro del diagrama esquemático de la cuenca.

### 2) Histograma de volumen anual (natural y actual)

Para las condiciones históricas, se presenta en la Figura 2 el histograma de flujos correspondiente a la estación hidrométrica Pegüis (Clave 24388) que se encontraba en el sitio de interés.

### 3) Distribución estacional del volumen de escurrimiento

En la Figura 2 se puede apreciar la variación mensual de los volúmenes de escurrimiento registrados en la estación Pegüis y se contrastan estos volúmenes con las salidas mensuales de la presa León observándose el mismo comportamiento para ambos puntos. La temporada de mayor escurrimiento ocurre de agosto a septiembre, extendiéndose eventualmente de mayo a octubre. La temporada de menores flujos se observa de noviembre a febrero.

Los años con mayor flujo reportado fueron 1978, 1986, 1990 y 1991. El año más secos fueron 1980 y 1983.

### 4) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

Se presenta en la Figura 3 la curva caudal-frecuencia para los flujos promedios diarios del período 1976 a 1993.

### 5) Series de tiempo de flujos diarios

En la Figura 4 se muestra la serie de tiempo de flujos promedio diarios reportados para Estación Pegüis para los años húmedos. Se muestra también en la Figura 6 la serie de tiempo para los años secos de 1980 y 1983.

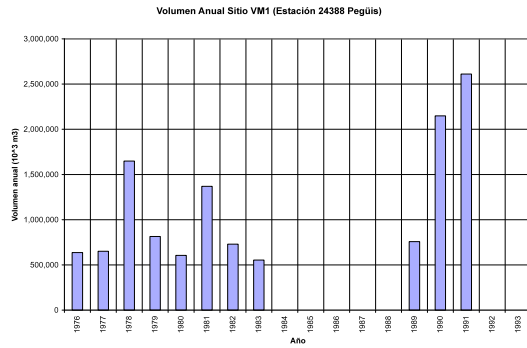


Figura 1. Volúmenes anuales en estación hidrométrica Peguís (Clave 24388) en miles de metros cúbicos. (Fuente: BANDAS)

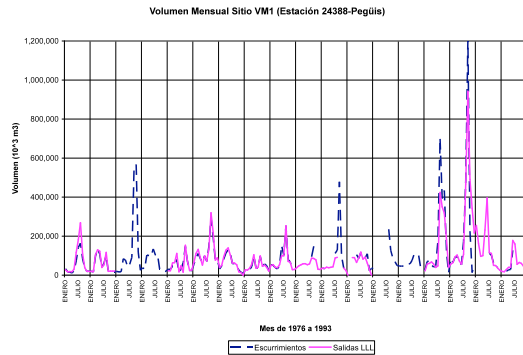


Figura 2. Histograma de volúmenes. Estación Peguís (Clave 24388)

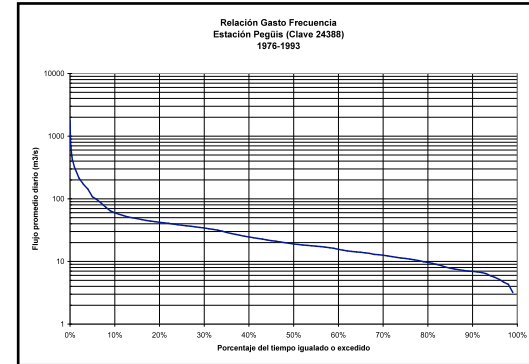


Figura 3. Relación gasto diario-frecuencia. Estación Peguís (Clave 24388) 1976-1993.

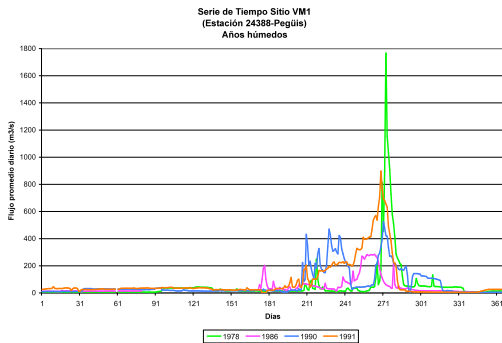


Figura 4: Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Peguís (Clave 24388)

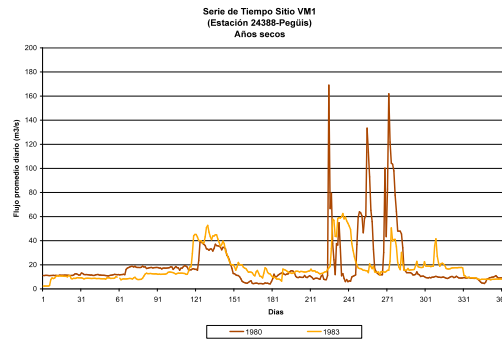
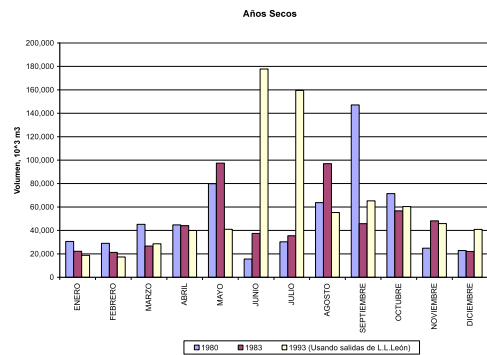
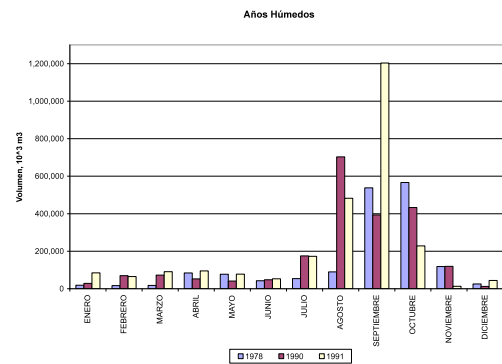


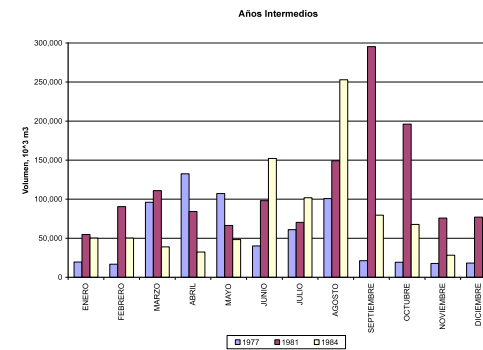
Figura 5: Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Peguís (Clave 24388)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años secos. Estación Peguís (Clave 24388)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años húmedos. Estación Peguís (Clave 24388)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años intermedios. Estación Peguís (Clave 24388)

6) Descripción de eventos extremos

Tabla 1: Resumen de datos de flujo para el período 1976 a 1993 para la Estación Pegüis (clave 24388).

Mes	Flujo Base (m <sup>3</sup> /s)		No. Eventos	Flujos Máximos (m <sup>3</sup> /s)		Duración (d)
	min	max		min	max	
Enero	2.5	13.5	1	32.0	46.0	3-4
Febrero	5.5	37.0	0	-	-	-
Marzo	5.6	48.0	0	-	-	-
Abril	4.0	47.5	0	-	-	-
Mayo	6.0	42.0	2	73.0	103.0	6-23*
Junio	4.4	50.0	3	189.0	266.0	4-5
Julio	7.6	88.0	4	139.0	432.0	3-4
Agosto	6.0	100.0	2	67.0	150.0	3-4
Septiembre	10.0	280.0	2	900.0	1766.0	18-36*
Octubre	3.3	44.0	2	184.0	335.0	3-10*
Noviembre	2.0	41.0	2	41.5	132.0	2-4
Diciembre	2.5	17.0	2	26.0	43.0	11-28

\*Los flujos reportados corresponden a las salidas de la presa L.L. León (obra de toma, derrames y desfuegos). Existen eventos que claramente se vé que son resultado de lluvias intensas, sin embargo, los flujos máximos de septiembre corresponden a desfuegos y derrames prolongados de la presa, sin embargo, se incluyen en este resumen para representar la variación y permanencia en el flujo de estas descargas.

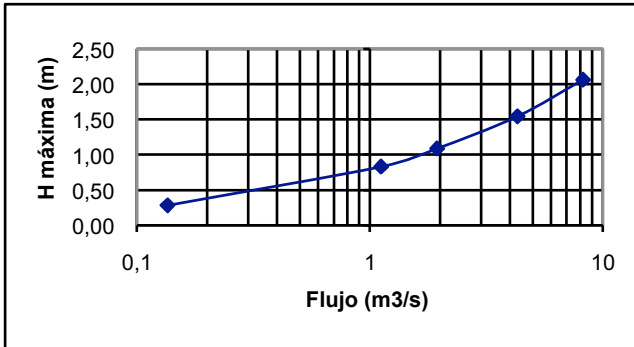
## HIDRÁULICA

Tabulación de los datos observados de la descarga vs. Profundidad del agua y coeficiente de resistencia.

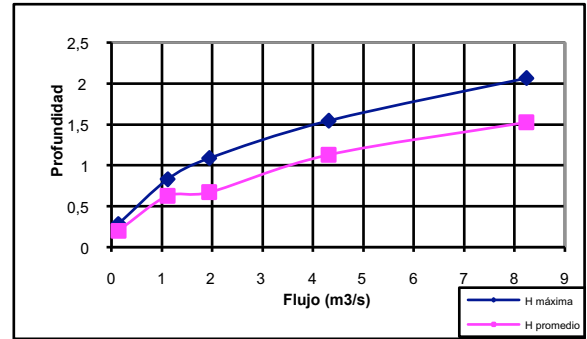
- El formato y datos correspondientes a los datos observados en campo se muestran en la tabla 1:

Tabla 1: Formato para el registro de datos de descarga (Cuchillo Parado).

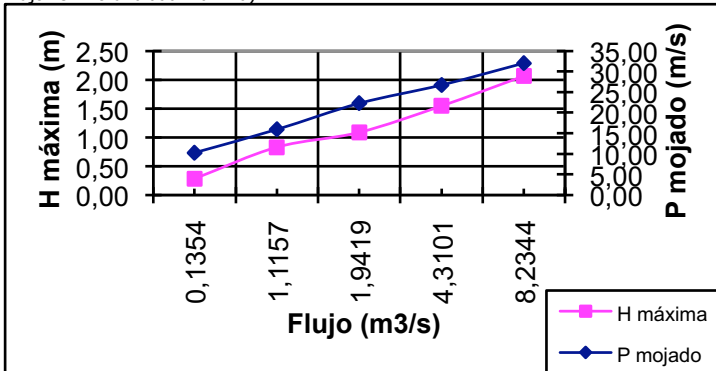
REGISTRO DE CAMPO-CUCHILLO PARADO								
							Coef. Rugosidad (n)	0.035
PUNTO H2-B2								
Descripción	Coordenadas			Profundidad	Velocidad			
	N	E	Z		0.4H	0.2H	0.8H	
Estación	100.00	100.00	100.00					
Referencia	-38.955	112.998	106.491					
liga	101.657	100.085	99.892					
liga	102.017	97.952	99.654					
	102.281	96.194	99.219					
ZA (MD)	102.527	94.853	98.915					
	102.895	92.606	98.729	0.20	0.07			
	102.968	90.332	98.640	0.34	0.09			
	103.615	88.641	98.425	0.51	0.12			
	103.893	86.999	98.066	0.88		0.10	0.20	
	104.264	85.081	97.919	1.00		0.20	0.27	
	104.872	81.990	97.797					
	105.489	78.836	97.828	1.15		0.17	0.24	
	105.772	77.145	98.111	0.82		0.11	0.15	
	106.092	75.339	98.658	0.29	0.15			
ZA (MI)	106.514	73.139	98.960					
	106.847	70.799	99.373					
	107.480	67.394	100.330					
ZA'(MI)	106.453	73.223	98.947					
Pendiente A. Arriba	48.922	78.406	98.407					
Pendiente A. Abajo	153.187	88.312	98.059					



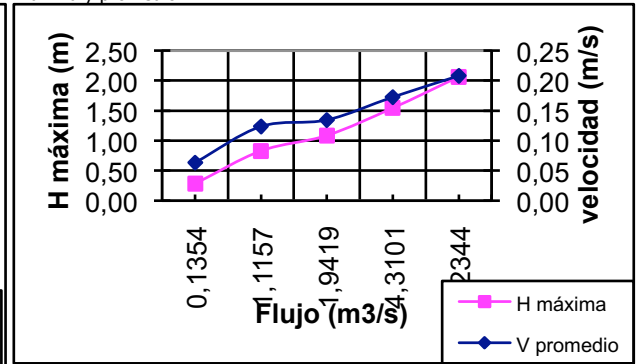
Flujo vs. Profundidad máxima)



máxima y promedio

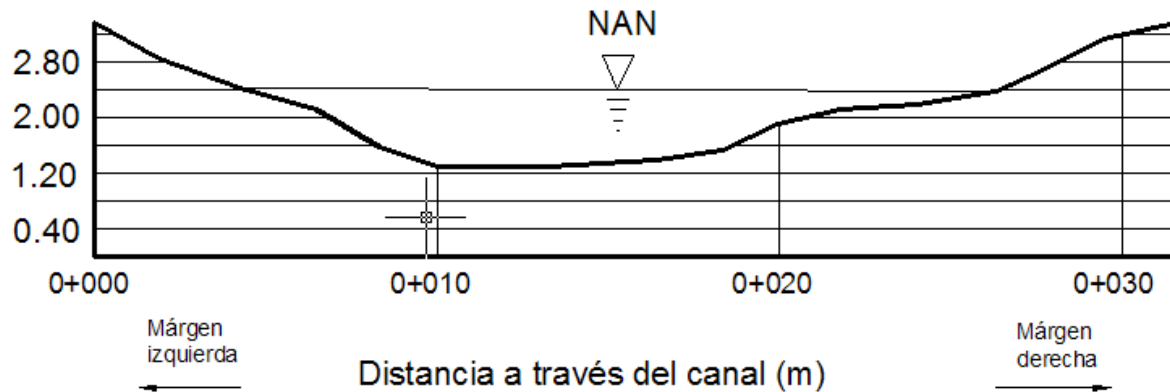


Flujo vs. Profundidad máxima y perímetro mojado



Flujo vs. Profundidad máxima y velocidad

### Elevación (m)



Sección transversal Cuchillo Parado

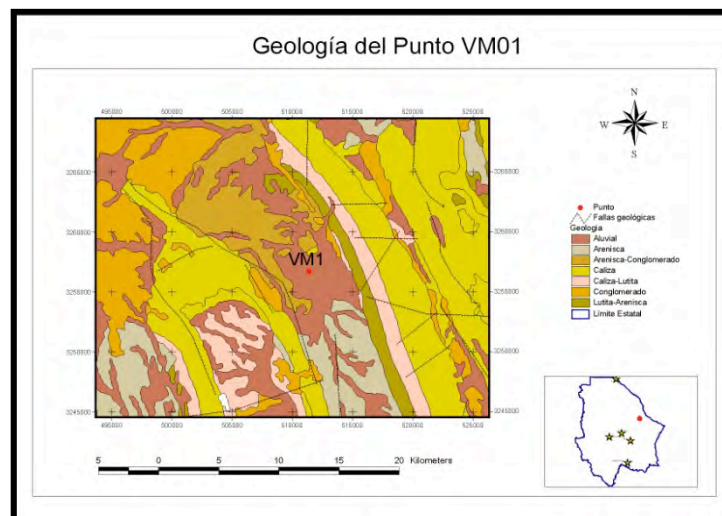
## GEOMORFOLOGÍA

### 1) Localización

La sección VM\_01 se encuentra localizada al Noreste del estado de Chihuahua, la zona donde se ubica la sección se encuentra bien comunicada; el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal No. 16 y posteriormente por el camino vecinal que comunica al poblado de Cuchillo Parado.

### 2) Marco Físico

La sección se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica de Sierras y Llanuras del norte; las topofomas son más bien bajas y abruptas. En general, las estructuras serranas se orientan al NNW-SSE, y entre ellas se pueden encontrar complementarias de bajadas y llanuras, estas últimas constituidas por material aluvial.



Plano del Consejo de Recursos Mineros Esc 1: 500000

La sección VM\_01 se encuentra localizada sobre suelo aluvial que pertenece al Cuaternario Continental (Qal). Bajo esta denominación se incluyen suelos residuales y transportados de poco espesor, sedimentos fluviales y lacustres originados por corrientes y lagunas aun existentes, y depósitos eólicos. Los cursos de las corrientes principales suelen estar bordeados por terrazas conglomeráticas cementadas en varios grados por caliche. Los sedimentos lacustres son arenas de grano fino, limos, arcillas y depósitos salinos.

### 3) Descripción del Sitio

La sección transversal se encuentra localizada en un Meandro, en la cual el farallón se encuentra en la parte izquierda del río y la playa o zona de inundación en la parte derecha. Cerca de la sección se encuentra una pequeña isleta la cual esta constituida por vegetación y sedimentos por arenas y gravas.

Al revisar los sedimentos en el cauce del río nos encontramos con grava de origen sedimentario teniendo la partícula más grande un diámetro de 15 cm. y va graduando de tamaño hasta llegar a arena, los sedimentos son aportados por las sierras ya mencionadas anteriormente.

## CALIDAD DEL AGUA

Aprovechamiento del agua: Presa Luis R. León

<b>Físicos</b>	<b>MAYO - 05</b>	<b>AGOSTO - 05</b>	<b>ENERO - 06</b>
Conductividad, mS	1,901	1,760	
Sólidos totales, mg/L	1,325	1,355	1,110
Sólidos suspendidos totales, mg/L	14	13	22
Sólidos disueltos totales, mg/L	1,311	1,343	1,088
Temperatura, °C	26.8	31.1	13.7
Turbidez, utn	12.7	18.3	
Oxígeno Disuelto, mg/L	8.50	8.76	
<b>Químicos</b>			
Alcalinidad, mg/L	160	150	
Arsénico, mg/L		0.035	
Cloruros, mg/L	84.2	64.0	158.8
Dureza total, mg/L	461	340	
Fierro, mg/L	0.080	0.021	
Fosfatos tot, mg/L	0.50	0.92	0.865
Fosfatos sol, mg/L			0.418
Nitratos, mg/L		1.06	5.278
Nitrógeno Amoniacal, mg/L			3.382
pH	7.76	7.89	7.90
Sulfatos, mg/L	620.4	606.7	
<b>Biológicos</b>			
Coliformes fecales, # Col / 100 mL	588	69	
Coliformes totales, # Col / 100 mL	2,400	76	
DBO <sub>5</sub> , mg/L	34.7	3.6	
<b>Sedimentos</b>			
Sólidos secos, %	76.90	56.58	
Sólidos volátiles, %	0.60	0.56	

De acuerdo a los valores reportados, se puede considerar un efluente ligeramente superior a los 1,000 mg/L, concentración limitante para diferentes usos del agua.

Revisando los resultados obtenidos en los meses anteriores, se puede justificar que el agua en este sitio manifiesta altos contenidos de sulfatos, dureza total, incremento en el contenido de cloruros y alcalinidad media. Esto justifica la salinidad del agua.

El contenido de nutrientes, particularmente las altas concentraciones de nitrógeno amoniacal y de nitritos y de fosfatos totales, son indicadores de agua empleada en cultivos.

La presencia de colonias bacterianas totales no representa mayor problema sanitario, principalmente por los bajos conteos. En síntesis representa agua de drenaje agrícola.

## VEGETACIÓN

Río: Conchos, cuenca media							
Sitio BBM: VM1-Cuchillo Parado				Sección transversal botánica: Única			
Tipo de canal: Pozas (remansos)							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Thypha dominguensis</i>	0.15	Der.	Piso	Canto	0.18	0.40
2	<i>Nasturtium officinale</i>	0.05	Der.	Piso	Canto	0.05	0.00
3	<i>Prosopis pubescens</i>	2.2	Der.	Banco	Aluvial	3.2	3.00
4	<i>Tamarix ramosissima</i>	2.2	Der.	Banco	Aluvial	3.2	3.00
5	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	4.2
6	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	5.6
7	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	6.9
8	<i>Salix taxifolia</i>	4.5	Der.	Banco	Aluvial	6.5	50.0
9	<i>Parkinsonia aculeata</i>	2.4	Der.	Banco	Aluvial	4.4	45.0
10	<i>Cynodon dactylon</i>	0.05	Izq.	Banco	Aluvial	1.65	0.10
11	<i>Prosopis glandulosa</i>	1.9	Izq.	Banco	Aluvial	2.7	1.6
12	<i>Prosopis glandulosa</i>	1.2	Izq.	Banco	Aluvial	2.2	4.3
13	<i>Prosopis glandulosa</i>	3.2	Izq.	Banco	Aluvial	4.7	1.9

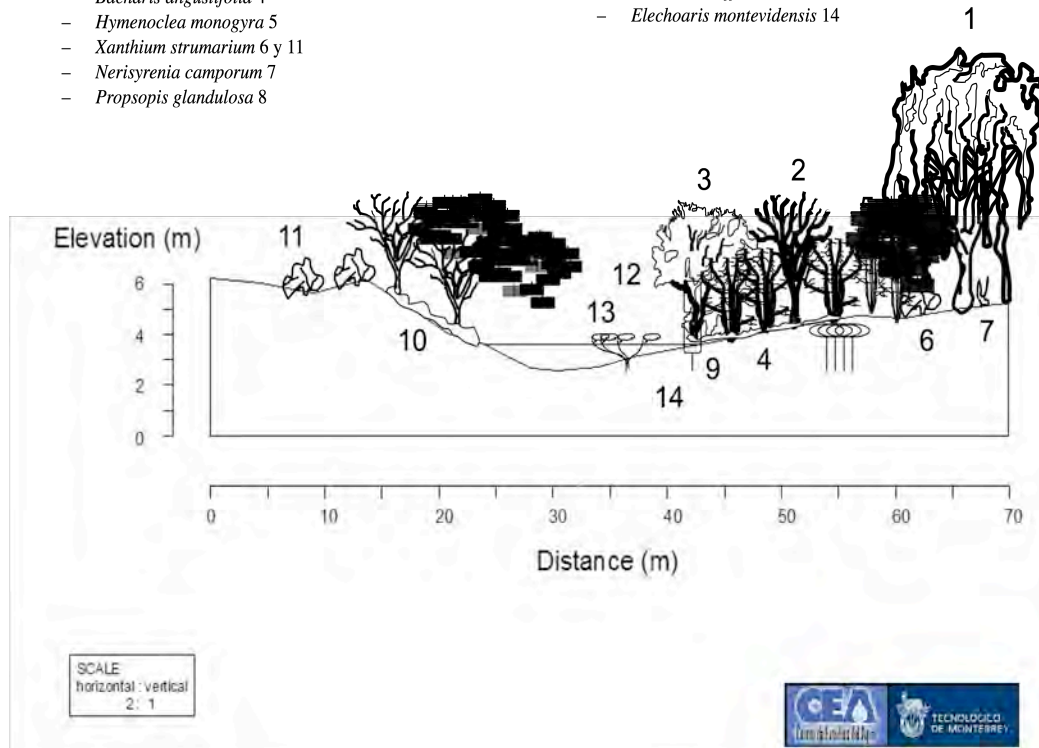
Datos de la vegetación riparia		Colector:		Sitio BBM: VM1		
Nombre del río: Conchos, cuenca baja		Fecha:		Banco: N S E O		
Altitud: 904	Aspecto:	Geología: Sedimentario				
Latitud: 511582	Longitud: 3257476					
Medidas en metros	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nombre	Acuática	Banco húmedo Juncos	Banco húmedo arbustos	Banco seco zona cercana	Banco seco Arbustos/ Árboles	Banco seco zona alejada
Área muestra	1 X 2	1 X 2	10 X 10	5 X 10	20 X 20	
% de cobertura	10 %	1 %	80 %	45 %	5 %	
% cobertura hojarasca	--	--	5 %	10 %	2 %	
Profundidad del suelo						
Nombre del substrato	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura
Gujarro						
Canto rodado	100 %	100 %				
Arena						
Aluvión			100 %	100 %	100 %	
Roca						
Distancia actual desde la orilla del agua	0.00 m	0.15 m	0.60 m	1.2 m	2.0 m	
Altura por encima del agua	0.05 m	0.20 m	2.0 m	2.0 a 2.4 m	4.5 a 5.0 m	
Estrato superior	Forma de vida				Árbol	
	Especie dominante				<i>Salix taxifoliata</i>	
	Altura y cobertura					
Estrato medio	Forma de vida		Arbusto	Arbusto		
	Especie dominante		<i>Baccharis Glutinosa</i>	<i>Parkinsonia Aculeata</i>		
	Altura y cobertura					
Estrato inferior	Forma de vida	Hierba enraizada	Hierba enraizada	Hierba		
	Especie dominante	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Typha dominguensis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>		
	Altura y cobertura					

Listado de especies vegetales. En rojo las exóticas y en el relleno celeste las acuáticas obligadas.			
Familia	Nombre científico	nombre comun	VM1
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	47
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo	6
Asteraceae	<i>Hymenoclea monogyra</i>	Técota	4
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i>	Mostacilla	26
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i>		200
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Retama	4
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	12
Fabaceae	<i>Prosopis pubescens</i>	Mezquite tomillo	8
Hydrophyllaceae	<i>Nama hispídum</i>		9
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	2
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>		X
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	X
Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>		X
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton aff. Pectinatus</i>		X
Salicaceae	<i>Populus x acuminata</i>	Alamillo	2
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	3
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	2
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarix	4
Typhaceae	<i>Typha dominguis</i>	Typha	2
Viscaceae	<i>Phoradendron sp.</i>		10

## Sección Transversal Botánica

- Sitio VM1, Cuchillo Parado.

- *Salix taxifolia* 1
- *Prosopis pubescens* 2
- *Tamarix ramosissima* 3
- *Baccharis angustifolia* 4
- *Hymenoclea monogyra* 5
- *Xanthium strumarium* 6 y 11
- *Nerisyrenia camporum* 7
- *Prosopis glandulosa* 8
- *Cynodon dactylon* y *Paspalum distichum* 9 y 10
- *Typha dominguis* 12
- *Nasturtium officinale* 13
- *Eleocharis montevidensis* 14




## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Cuadro 17.1. Listado de especies del sitio VM1 Cuchillo Parado									
Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. Trófica	Hábitat	Imagen
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>		7	A	5-10	PR		
	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>		12	A	5	PR	SW/DW	
		<i>Tropisternus</i>		1	L	5-10	PR		
Diptera	Chironomidae			9	L	6	GC	BU	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Proclleon</i>		29	L	4	OM/GC	SW/CN	
	Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i>		5	L	2	GC		
	Leptophlebiidae	<i>Habroplebiodes</i>		2	L	2	GC		
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>		1	A	9.8	PR	CB/SW	
	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>		5	L	9.8	PR	CB/SW	
	Corixidae	<i>Cenocorixa</i>		10	A	5-10	PR	SW	
	Corixidae	<i>Cenocorixa</i>		1	L	5-10	PR	SW	
	Corixidae	<i>Hesperocorixa</i>		8	A	5-10	PR	SW	
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		1	A	5	PR	CB/SW	
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		37	L	5	PR	CB/SW	
	Veliidae	<i>Microvelia</i>		6	A	6	PR	SK	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		37	A	6	PR	SK	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		13	L	6	PR	SK	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i>		1	L	5.1-6	PR		
	Gomphidae	<i>Progomphus</i>		3	L	8.7	PR	BU	
	Libellulidae	<i>Libellula</i>		1	L	9	PR	SP	

**\*No. Ind= Número de Individuos, E= Estadio, To= Tolerancia**  
**\*\*Tolerancia: PA=Parasite, PR=Predator, OM=Omnivore, GC=Gatherer/Collector, FC=Filter/Collector, SC=Scraper, SH=Shredder, PI=Piercer. Hábitat: CN=Clinger, CB=Climber, SP=Sprawler, BU=Burrower, SW=Swimmer, DV=Diver, SK=Skater**

## PECES

Cuadro 18.1. Listado de especies del sitio VM1 Cuchillo Parado

Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitat		
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardinita mexicana	T		N	Corriente Lenta		
Catostomidae	<i>Cycleptus elongatus</i>	Matalote azul	S	Pr*	N	Agua profundidad clara		
	<i>Scartomyzon austrinus</i>	Matalote chuine	T		N			
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	Carpita roja	T		N			
	<i>Cyprinella panarcys</i>	Carpita del Conchos	S	P*	E			
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	T		Ex	Poca profundidad		
	<i>Pimephales promelas</i>	Carpita cabezona	T		N	Poca profundidad		
	<i>Notropis braytoni</i>	Carpita tamaulipeca	S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Carpita rinconera	T		N	Poca profundidad		
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	Guayacón mosquito	T		Ex	Poca profundidad		
Ictaluridae	<i>Ictalurus furcatus</i>	Bagre azul	T		N	Poca profundidad lodoso		
	<i>Ictalurus punctatus</i>	Bagre de canal	S	*	N	Poca profundidad lodoso		
	<i>Pylodictis olivaris</i>	Bagre piltontle	T		N	Poca profundidad lodoso		
Lepisosteidae	<i>Lepisosteus osseus</i>	Catán aguja	S	*	N	Media agua		

Ex: Exótica; N: Nativa; E: Endémica; T:Tolerante; S: Sensible; P: Protección especial; y A: Amenazada.

## Habitat integrity

Modifier	Description	Instream			Riparian			Score		
		Class	Score	Weight	Class	Score	Weight	Instream modifier	Riparian modifier	
Water Extraction	Surface extraction	Moderate	10	14	Low	5	12	6	2	
Flow modification	The water extractions with moderate impact	Moderate	6	13	Moderate	6	11	3	3	
Bed modification	No significant	Moderate	3	13				2		
Channel modification	Affected by roads	Moderate	3	13				Moderate		8
Water quality modification	Salinity	Moderate	6	14	None	0	12	3	0	
Inundation	Flows regulated by a dam, non flood events expected	Low	13	10	Moderate	7	10	5	3	
Exotic macrophytes	1 exotic	Low	5	9				2		
Exotic aquatic fauna	1 exotic	Low	20	8				6		
Solid Waste Disposal	no facilities	Low	5	6	Low	5	6	1	1	
Vegetation removal	Removal of native vegetation				High	15	13			
Exotic vegetation encroachment	3 exotics				High	15	11			7
Bark erosion	Low erosion in the banks				Moderate	7	14			4
<b>Score</b>								<b>70</b>	<b>69</b>	
<b>Class</b>								<b>C</b>	<b>C</b>	

## Ecological importance and sensitivity

Determinant	Motivations	Vegetation	Motivations	Invertebrates	Motivations	Fish
Endangered biota	None	0	None	0	2 endangered species Very high	4
Rare biota	None	0	None	0	2 rare spp. High	4
Unique biota	None	0	None	0	2 endemic. High	4
Intolerant biota		2			4 non tolerant. High	4
Species/taxon richness	8/20 exotic species. Moderate	2	25 species Moderate	2	14 spp. Moderate	2
Diversity of aquatic habitats types of features	Homogeneous	1	Moderate	2	Moderate	2
Refuge value of habitat types	Moderate	2	Moderate	2	Moderate	2
Sensitivity of habitat to flow changes	Moderate	2	High	3	Moderate	2
Sensitivity to flow related water quality changes	Low	1	Low	1	Moderate	2
Migration route for Instream and riparian biota	High	3	High	3	High	3
Protected area	High. Priority hydrological for the National Commission for biodiversity (CONABIO)	3	High	3	High	3
Sensitivity		Moderate		Moderate		Moderate

## Ecological Management Class (EMC)

PES: C

Discipline	EMC	Motivations	Objectives	Indicators
Fish	B	10 native species, the historical assemblage was 16. Recover Scatomyzon (Indicator fish are tied to high water volume, clean bottoms, and gross particulate).	Maintain the fish diversity.	: <i>Cycleptus</i> , <i>Scartomyzon</i> , <i>Rhinichthys</i> , <i>Macrhybopsis</i> , <i>Ictiobus</i> , <i>Carpiodes</i> . Recovery of: <i>Scartomyzon</i> ,
Invertebrates	B/C	Maintain the actual class. Maintain the seasonality of flows	To Maintain some habitat for the indicator species (reefs)	Simuliidae
Vegetation	B/C	Exotic species in the site (relation native/exotics).	To reduce the exotic species in the site (relation native/exotics).	Seedlings of <i>Salix</i>
Geomorphology	B/C	The channel is relatively stable.	To maintain the river channel	

## Recommended environmental flows

	EMC	Drought m <sup>3</sup> /s		Maintenance m <sup>3</sup> /s	
		Low	High	Low	High
Geomorphology	B/C				
Discharge		0.4	0.7	2.25	7.2
Depth		0.42	0.8	1.15	1.92
Velocity		0.08	0.1	0.14	0.2
Fish	B				
Discharge		0.65	1.3	1.3	9
Depth		0.7	1	1	2.5
Velocity		0.10	0.13	0.13	0.25
Invertebrates/Veg	B/C				
Discharge		0.65	4	4	9
Depth		0.7	1.5	1.5	2.5
Velocity		0.10	0.17	0.17	0.25



### Flow motivation forms

Flow motivation forms for drought

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.40	0.42	0.08

Reasons for recommending this flow:

- With the recommended velocity we can avoid sediment depositions, and bank erosion

Consequences of not providing this flow:

- Sediment deposition on the river bed.
- Cloudiness
- Decrease the water quality

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.7	0.80	0.1

Reasons for recommending this flow:

- With the recommended velocity we can avoid sediment depositions, and bank erosion

Consequences of not providing this flow:

- Sediment deposition on the river bed.
- Cloudiness
- Decrease the water quality



FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
0.65	0.7	0.10

Reasons for recommending this flow:

Minimum dept that allows the fish populations to connect between pools.

Consequences of not providing this flow:

The fish assemblage remains constant and there will not be any restoration in the fish biodiversity.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
1.3	1	0.13

Reasons for recommending this flow:

1m dept allows the fish populations to connect between pools, allowing migration and re-colonization patterns.  
Under this situation full range of habitats are open to develop refuges for the selected species.

Consequences of not providing this flow:

The fish assemblage remains constant and there will not be any restoration in the fish biodiversity.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: September	Low flow Drought
------------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
0.65	0.7	0.10

Reasons for recommending this flow:

This flow provided a good velocity to Simuliidae and provided a good condition another groups of invertebrate. This flow increase a width of the river provided more marginal habitats along downstream and increase the abundance of invertebrate individual.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the stress factors may cause a more effect in invertebrate community with less opportunity to recover.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: September	Low flow Drought
------------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
0.65	0.7	0.10

Reasons for recommending this flow:

This flow provided more materials to riparian vegetation principally in bend sections. Also increase a width of the river provided more marginal habitats along downstream and increases the probability of *Salix* seedlings survival.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the stress factors may cause a more effect in reforestation of riparian habitat.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
4	1.5	0.17

Reasons for recommending this flow:

This flow provided a good velocity to Simuliidae and provided a good condition another groups of invertebrate. This flow increase a width of the river provided more marginal habitats along downstream and increase the abundance of invertebrate individual.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the stress factors may cause a more effect in invertebrate community with less opportunity to recover.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> /s	Depth: m	Average velocity: m/s
4	1.5	0.17

Reasons for recommending this flow:

This flow provided more materials to riparian vegetation principally in bend sections. Also increase a width of the river provided more marginal habitats along downstream and increases the probability of *Salix* seedlings survival.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the stress factors may cause a more effect in reforestation of riparian habitat.



Flow motivation forms for maintenace

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: Febrero	Low flow Maintenance
----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
2.25	1.15	0.14

Reasons for recommending this flow:

- This is the minimal discharge to maintain the channel and banks.
- Non sediment deposition.

Consequences of not providing this flow:

- No se daría la formación y/o consolidación de los principales bancos de origen aluvial dentro del cauce activo del río,
- Incremento en la turbidez del agua por sólidos suspendidos
- Disminución en la calidad del agua debido a concentraciones de nutrientes cerca de la fuente geológica

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: September	High Maintenance
------------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
7.2	1.92	0.2

Reasons for recommending this flow:

- Limpieza apropiada de la cama del río debido a la presencia de un flujo constante y de volúmenes medios a altos
- Se presenta una distribución equitativa dentro de todo el sistema dulceacuícola de nutrientes inorgánicos, alcanzando incluso hábitat y especies con requerimientos de especializados

Consequences of not providing this flow:

- No se daría la formación y/o consolidación de bancos de origen aluvial,
- Incremento en la turbidez del agua por sólidos suspendidos
- Disminución en la calidad del agua debido a concentraciones de nutrientes cerca de la fuente geológica



FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: Febrero	Low flow Maintenance
----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.3	1	0.13

Reasons for recommending this flow:

1m dept allows the fish populations to connect between pools, allowing migration and re-colonization patterns.  
Under this situation full range of habitats are open to develop refuges for the selected species.

Consequences of not providing this flow:

The fish assemblage remains constant and there will not be any restoration in the fish biodiversity.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: Septiembre	High flow Maintenance
-------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
9	2.5	0.25

Reasons for recommending this flow:

With an average velocity of 0.5 m/s the system can support adequate fish assemblages. The specialist opinion suggests that the depth and discharge might vary because of the geomorphological characteristics of the river section.  
The situation holds for an average depth of 0.3m in the interconnection sections.

Consequences of not providing this flow:

The fish assemblage remains constant and there will not be any restoration in the fish biodiversity.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrate		Raúl Garza Cuevas	
Month: September		High Maintenance	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
9	2.2	0.22	

Reasons for recommending this flow:

This flow fill the active channel and provided a excellent condition to maintain invertebrate community with creation habitats downstream in whole marginal areas along the river- Also the velocity permit to Simullidae group maintenance in more places.

Consequences of not providing this flow:

The increase of flow will create a best condition of invertebrate community to improve the groups of food web.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza Cuevas	
Month: September		High Maintenance	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
9	2.2	0.22	

Reasons for recommending this flow:

This flow fills the active channel and improved the riparian habitats downstream in all edges of the river. This condition provided more seedlings to incorporate to riparian community, especially *Salix sp.*

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the recover of riparian vegetation could be not.

## Recommended flood flows

### Maintenance

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish	Vegetation	Invertebrates
10-30		Monthly	Monthly	Monthly
30-50		Bi Monthly	Bi Monthly	Bi Monthly
50-100		Two per year	Annually	Annually
100-500	Annually	Annually		

### Drought

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish-inv
10-30		3 in wet season
30-50		Once a year

### Flow motivation forms for flood

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Floods maintenance	Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
--------------------	---

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

### Reasons for recommending this flow:

30-50 m<sup>3</sup> /s– 10% del tiempo se requiere para la conservación del cauce original, particularmente en los lugares de meandreo y transportar estos nutrientes a partes mas alejadas de la cuenca.

50-100m<sup>3</sup> /s– 7% del tiempo; el cauce tiende a recuperarse sin llegar a su totalidad.

100-500 m<sup>3</sup> /s – 2% del tiempo porque se necesita recuperar el cauce original sin isletas ni acumulaciones de sedimentos en los flancos de los bancos. Estas avenidas son de suma importancia porque arrastran acumulaciones indeseables para la sanidad geomorfológica del río.

> 500 m<sup>3</sup> /s – 1%; recuperación completa del sistema.

### Consequences of not providing this flow:

- No se daría la formación y/o consolidación de bancos de origen aluvial,
- Incremento en la turbidez del agua por sólidos suspendidos
- Disminución en la calidad del agua debido a concentraciones de nutrientes cerca de la fuente geológica



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrate		Raúl Garza	
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
NA	NA	NA	

Invertebrate community needs a flood of 30-50 m<sup>3</sup>/s once a month to remove and renewal bottom sediments and incorporate more materials. This event provided more habitats to invertebrate community when the flood cause a major width of channel river and increase the reproduction rate. Also cause the dispersion of larval an adult form of invertebrate downstream. Regarding a bigger flood the invertebrate community require a 50-100 m<sup>3</sup>/s once a year in wet season to create habitats out of debris line.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the reproduction rate could be maintain in the same level or less and maybe reduce the population and the environmental services.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
NA	NA	NA	

Reasons for recommending this flow:

Riparian vegetation needs a flood of 30-50 m<sup>3</sup>/s once a month to provided a sufficient humid to grasses, annual plants and seedlings and youngest plants of tree species with increases the cover on riparian habitat. Also riparian vegetation needs 50-100 m<sup>3</sup>/s once a year in the wet season to cause dispersal and germination seeds of riparian vegetation lived 50 to 70 meters from the wet edge. The most important species on the banks are *Salix taxifolia*, *Prosopis velutina*, *Populus acuminata* and *Baccharis glutinosa*.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the vegetation cover could be reduced and then erosion increase in riparian habitat.



FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

Reasons for recommending this flow:

10-30: Once a month  
 30-50: 6/12 (three in spring and three on late summer)  
 50-100: 2/12 (at least 2 floods, one after the snow melt, and one at the beginning of the raining season).  
 >100: 1/12 (yearly)

This are flows simulate the natural flow regime.  
 The floods are associated to breeding season of the most important biota.  
 Also allowing the migration and growing season.

Consequences of not providing this flow:

The loss of biodiversity trough lack of appropriate flows for breeding, growth and migration requirements and participate in bank protection trough vegetation establishment.  
 The banks protection will benefit the habitat diversity trough vegetation growth.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish and invertebrate		Raúl Garza y Salvador Contreras
Floods drought		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

Reasons for recommending this flow:

10-30: three times during the wet season  
 30-50: once in the wet season

These floods will provide a diversity of habitats in the wet season which will facilitate the persistence of biodiversity in terms of fish and invertebrates, and will also inundate floodplain vegetation.

Consequences of not providing this flow:

The reduction of biodiversity due to reduced number and extent of different habitats.



### BBM

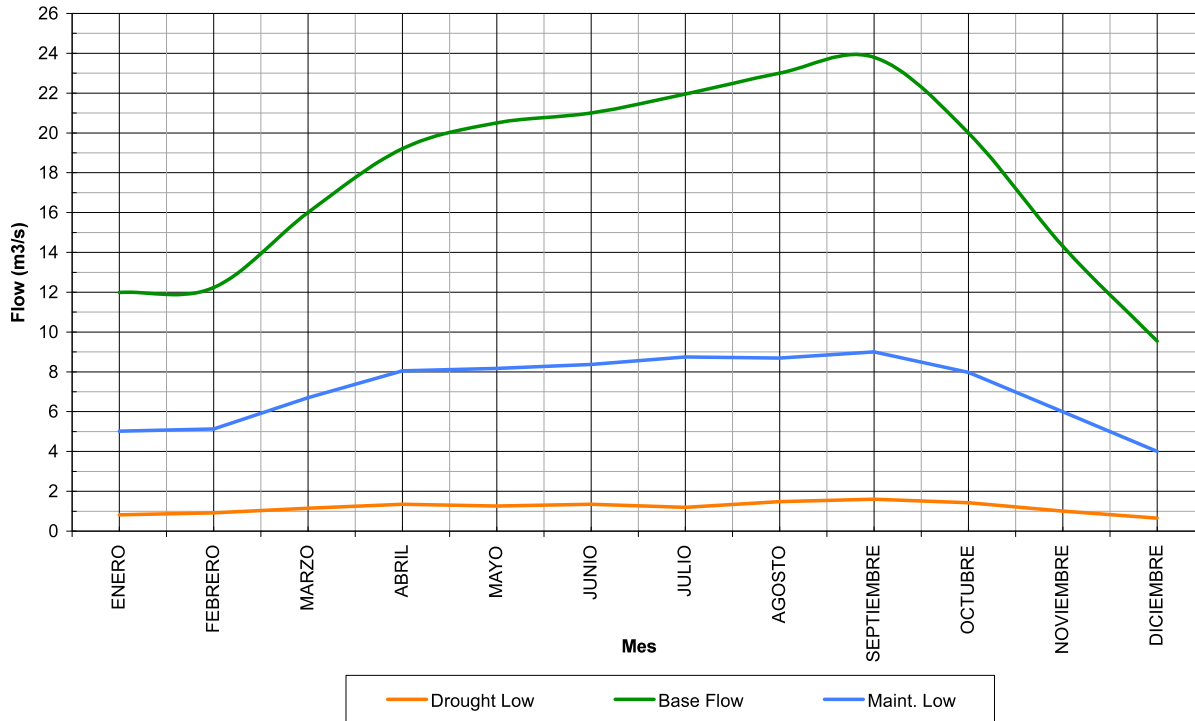
#### RECOMMENDED ANNUAL ECOLOGICAL VOLUMES

CONDITION	ANNUAL VOL. Mm3	% OF MAR	% MA NAT.
DROUGHT LOW	37	5%	2%
MAINT. LOW	226	33%	10%
DROUGHT FLOOD	8	1%	0.3%
MAINT. FLOOD	157	23%	7%
TOTAL DROUGHT	45	7%	2%
TOTAL MAINT.	383	56%	17%

MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME (m3 x10<sup>6</sup>) 683

MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME - TCEQ (m3 x10<sup>6</sup>) 2,246

**Recommended Ecological Base Flows**  
(blue: maintenance; red: drought; green: present day base flow)

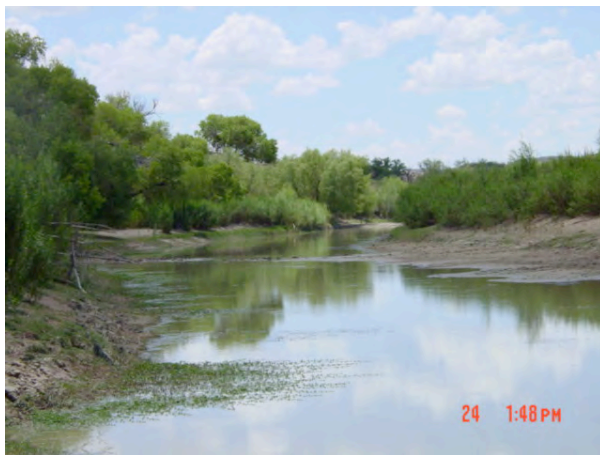


VM1. Cuchillo Parado	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% MAR									
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>																							
Flow (m <sup>3</sup> /s)	5.0	5.1	6.7	8.1	8.2	8.4	8.7	8.7	9.0	8.0	6.0	4.0	226.0	33									
Depth (m) section																							
FDC % (actual)	97%	96%	92%	85%	84%	84%	83%	83%	82%	85%	94%	99%											
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	13.5	12.4	18.0	20.9	21.9	21.7	23.4	23.3	23.3	21.4	15.5	10.7											
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>																							
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	10-30	10-30	30-50	10-30	10-30	30-50	10-30	10-30	30-50	10-30	30-50	50-100	10-30	50-100	10-30	30-50	100-500	10-30	10-30	30-50	10-30	155.5	23
Depth (m) section																							
Duration (days)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	6	2	4	2	3	6	2	2	3	2		
FDC % (actual)	0.47	0.47	0.15	0.47	0.47	0.15	0.47	0.47	0.15	0.47	0.15	0.07	0.47	0.07	0.47	0.15	0.01	0.47	0.47	0.15	0.47		
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.73	1.73	5.18	1.73	1.73	5.18	1.73	1.73	5.18	1.73	5.18	12.96	1.73	12.96	1.73	5.18	77.76	1.73	1.73	5.18	1.73		
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>																							
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.82	0.92	1.15	1.35	1.27	1.35	1.19	1.49	1.60	1.43	1.01	0.65	37.4	5									
Depth (m) section																							
FDC % (actual)	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%	>99%											
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2.2	2.2	3.1	3.5	3.4	3.5	3.2	4.0	4.1	3.8	2.6	1.7											
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>																							
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)							10-30						30-50			10-30	10-30					10.4	2
Depth (m) section																							
Duration (days)							2						3			2	2						
FDC % (actual)							47%						15%			47%	47%						
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )							1.73						5.18			1.73	1.73						

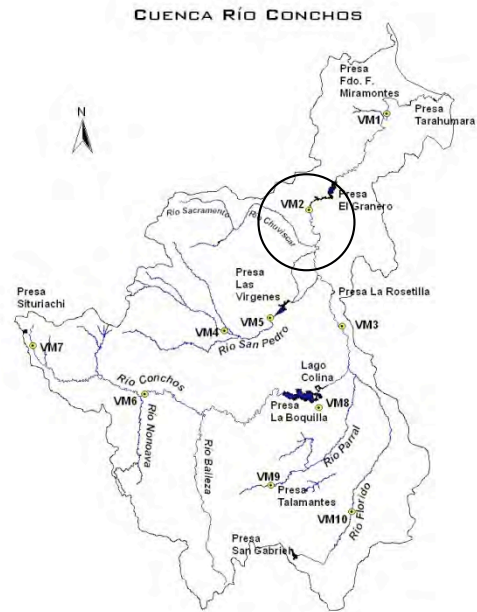
Flood requirements were estimated using the run off pattern of the upstream site VM2, also naturalized flows correspond to this same site.



### 3.2. SITIO VM2. POTRERO



### Localizacion



Satellite image VM2. Potrero

## HIDROLOGÍA

### 1) Descripción general

El sitio de interés VM2 en la localidad de El Potrero se encuentra aguas arriba de la presa Luis L. León en el municipio de Aldama. El principal uso del agua es para el riego de las Unidades de Desarrollo Rural con 19,249,946 m<sup>3</sup> anuales concesionados de fuentes superficiales. En segundo lugar figura el uso pecuario con 454,215 m<sup>3</sup> y en tercer lugar el uso urbano y de servicios con 147,792 m<sup>3</sup>. Los usos consuntivos concesionados en este municipio corresponde únicamente al 1.3% del agua concesionada en la cuenca.

La información hidrométrica con la que se cuenta son las series de tiempo derivadas del funcionamiento analítico del vaso Luis L. León como entradas netas por ríos. Flujos naturales se podrán obtener a partir de la modelación y se cuenta con la estimación del TCEQ punto de control FM2000 para volúmenes mensuales para un punto ubicado justo aguas debajo de la presa. La Figura 1 muestra la ubicación del sitio de interés dentro del diagrama esquemático de la cuenca.

### 2) Histograma de volumen anual (natural y actual)

Para las condiciones históricas, se presenta en la Figura 1 el histograma de volúmenes correspondiente a las entradas por ríos calculadas del funcionamiento analítico del la presa Luis L. León, ligeramente aguas abajo del sitio de interés.

### 3) Distribución estacional del volumen de escurrimiento

En la Figura 2 se puede apreciar la variación mensual de los volúmenes de escurrimiento registrados como entradas a la presa Luis L. León. La temporada de mayor escurrimiento ocurre de julio a octubre, extendiéndose eventualmente hasta noviembre con un volumen de escurrimiento promedio de 114,570,000 m<sup>3</sup>. La temporada de menores flujos se observa de diciembre a junio con un volumen de escurrimiento promedio de 42,225,000 m<sup>3</sup>.

Los años con mayor flujo reportado fueron 1968, 1978 y 1991. Los años más secos se presentan a partir de 1997 y hasta el 2002. Es preocupante la tendencia que muestran los datos, pues las condiciones anteriores (1968 a 1994) indican un volumen sostenido en promedio como mínimo de 31,000,000 m<sup>3</sup> hasta antes del 1994 y de 3,613,200 m<sup>3</sup> posterior a esta fecha.

### 4) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

Se presenta en la Figura 3 la curva caudal-frecuencia para los flujos promedios diarios para el período 1968 a 1999.

### 5) Series de tiempo de flujos diarios

En la Figura 5 se muestra la serie de tiempo de flujos promedio diarios reportados como entradas por ríos a la presa León para los años húmedos. Se muestra también en la Figura 5 la serie de tiempo para los años secos de 1994, 1998 y 1999. Algunos años de menor y mayor escurrimiento a los mostrados no se incluyen ya que no se cuenta con los flujos promedios diarios, únicamente se tienen los volúmenes mensuales.

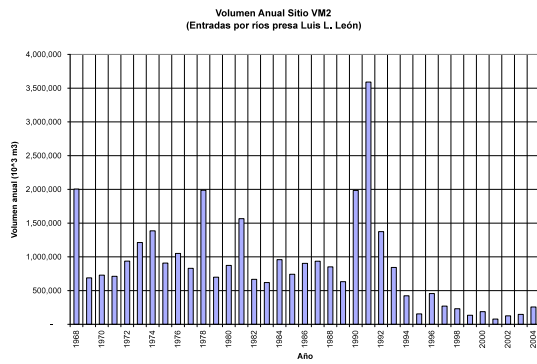


Figura 1: Volúmenes anuales (entradas por ríos a LLL) en miles de metros cúbicos. (Fuente: BANDAS y CNA)

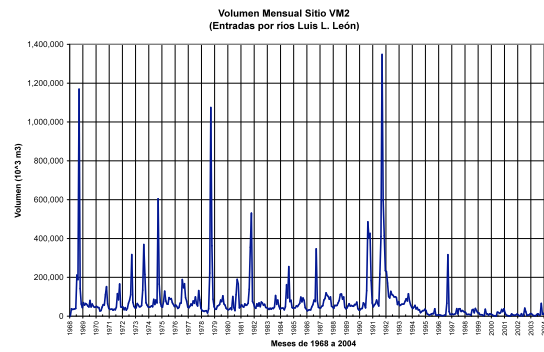


Figura 2: Volúmenes mensuales (entradas por ríos a LLL).

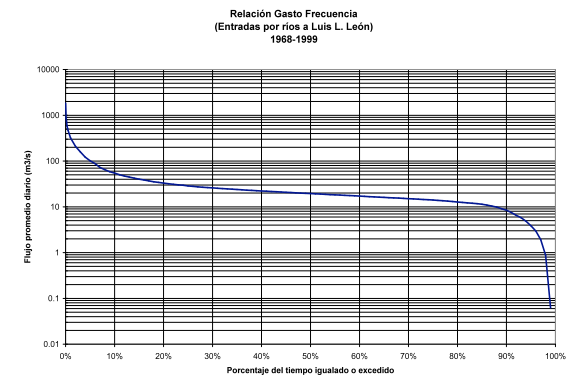


Figura 3: Relación gasto diario-frecuencia (entradas por ríos LLL) 1968 a 1999.

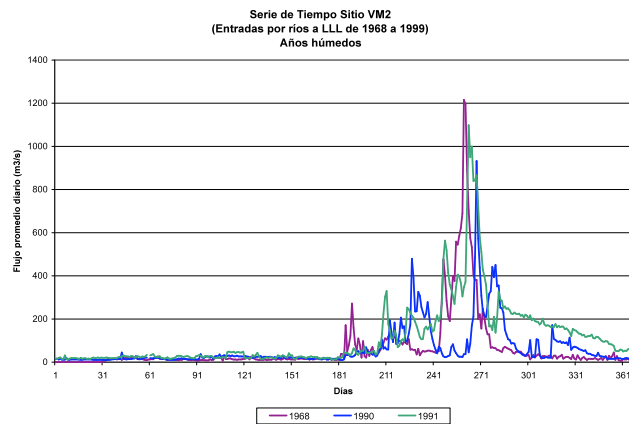


Figura 4: Serie de tiempo flujos promedio diarios. Entradas por ríos a LLL 1968 a 1999.

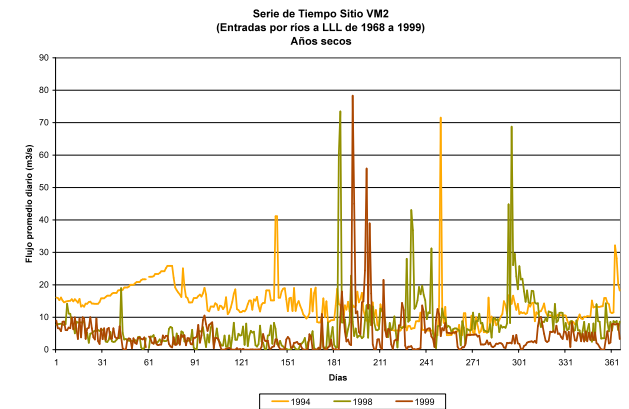


Figura 5: Serie de tiempo flujos promedio diarios. Entradas por ríos a LLL 1968 a 1999.

## 6) Descripción de eventos extremos

Tabla 1: Resumen de datos de flujo para el período 1968 a 1999 las entradas por ríos a la presa Luis L. León.

Mes	Flujo Base ( $m^3/s$ )		No. Eventos	Flujos Máximos ( $m^3/s$ )		Duración (d)
	min	max		min	max	
Enero	2.0	40.0	2	63.5	181.0	3-18*
Febrero	0.0	25.0	4	44.5	124.0	3-18*
Marzo	0.6	37.0	2	38.0	63.0	2-5
Abril	0.0	32.5	3	65.5	78.0	2-4
Mayo	0.04	39.5	3	75.0	315.0	3
Junio	0.0	27.0	3	87.0	270.0	4-5
Julio	0.0	50.0	4	148.5	329.5	4-5
Agosto	0.2	90.0	4	278.5	508.0	4
Septiembre	0.02	60.0	5	521.0	1840.0	5-6
Octubre	0.5	40.0	3	260.0	855.0	5-10*
Noviembre	0.8	34.0	3	121.0	400.0	4-8*
Diciembre	0.0	31.0	2	50.0	204.0	3

\*Se debe revisar las condiciones de flujo aguas arriba para los años en donde los flujos máximos duran un tiempo considerable para establecer su causa. En el mes de septiembre se repitieron eventos extremos en forma consecutiva.

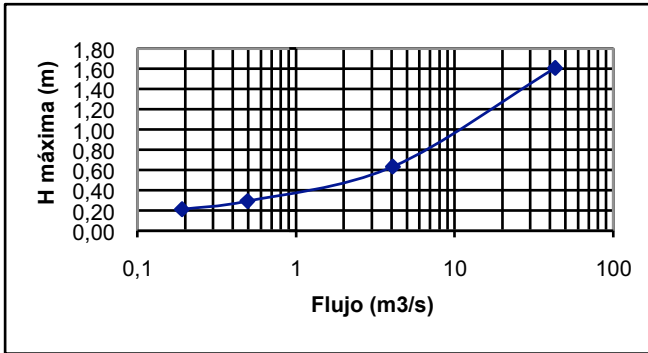
## HIDRÁULICA

Tabulación de los datos observados de la descarga vs. Profundidad del agua y coeficiente de resistencia.

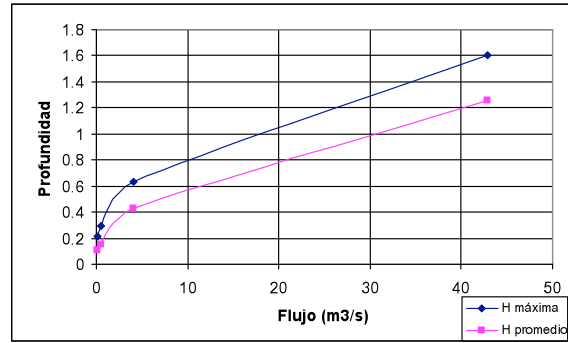
- El formato y datos correspondientes a los datos observados en campo se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1:** Formato para el registro de datos de descarga (El Potrero).

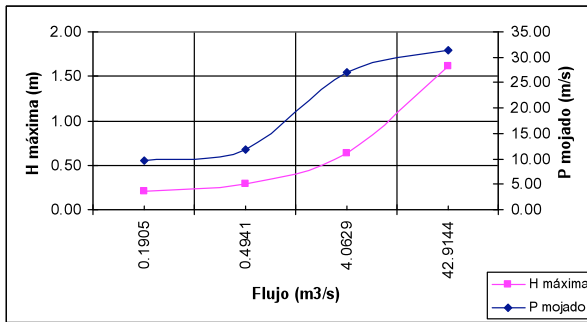
REGISTRO DE CAMPO-EL POTRERO								
							Coef. Rugosidad (n)	0.035
PUNTO Vm2	Coordenadas			Velocidad				
Descripción	N	E	Z	Profundidad	0.4H	0.2H	0.8H	
Estación	100.00	100.00	100.00					
Referencia	41.356	201.840	106.765					
	86.263	79.607	101.791					
	89.281	81.996	100.288					
ZA	90.295	82.950	99.799					
	91.546	83.993	99.586	27.00	0.32			
	93.071	85.289	99.687	17.00	0.20			
	94.632	86.596	99.759	10.00	0.13			
	96.053	87.855	99.745	11.00	0.08			
ZA	97.538	89.167	99.812					
	99.037	90.488	99.845					
	104.371	95.012	100.078					
	107.142	97.436	100.215					
	109.565	99.769	100.220					
Bordo margen derecha	110.789	100.751	101.163					
Aguas abajo	138.878	40.482	99.328					
Aguas arriba	48.715	168.862	99.865					



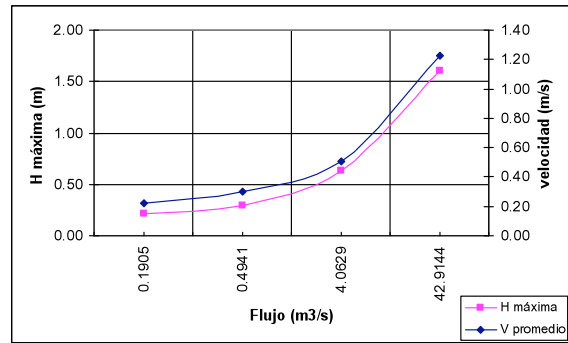
Flujo vs. Profundidad máxima.



Flujo vs. Profundidad máxima y promedio

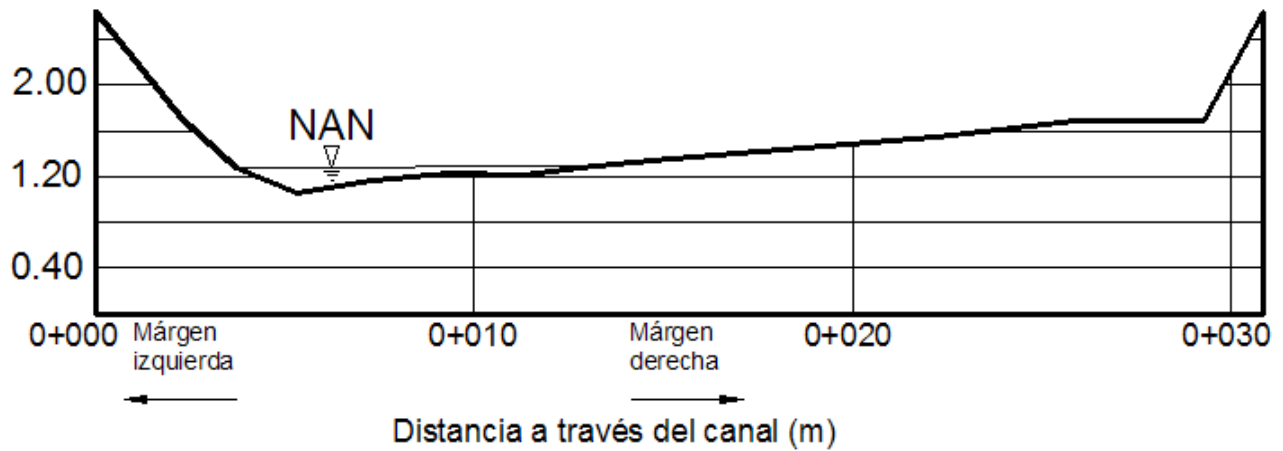


Flujo vs. Profundidad máxima y velocidad



Flujo vs. Profundidad máxima y perímetro mojado

### Elevación (m)



Sección transversal El Potrero

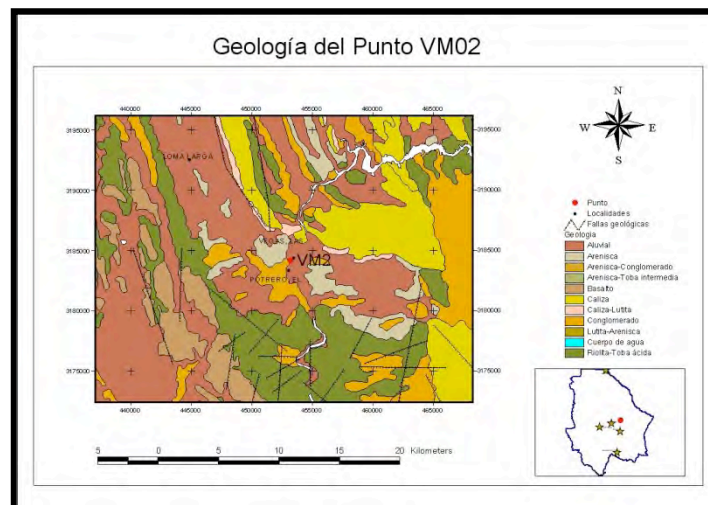
## GEOMORFOLOGÍA

### 1) Localización

La sección VM\_02 se encuentra localizado al Noreste del estado de Chihuahua, la zona donde se ubica la sección se encuentra bien comunicada; el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal No. 16 y luego por el camino que comunica al poblado de Colonia Piedras Negras (El Potrero), unos cuantos kilómetros antes de llegar a la presa Luís L. León.

### 2) Marco Físico

La sección se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte; las topeformas son más bien bajas y abruptas. En general se orientan NNW-SSE entre las estructuras serranas se encuentran asociaciones complementarias de bajadas y llanuras, estas últimas constituidas por material aluvial.



Plano del Consejo de Recursos Mineros Esc 1: 500000

### 3) Descripción del Sitio

El punto en donde se tomó la sección del río se encuentra en un tramo un poco sinuoso en donde aguas abajo hay una curva de aproximadamente de 90 grados la cual toma el cauce hacia las Sierras que se encuentran al Noreste las cuales ya fueron mencionadas.

En el cauce del río se encuentran pequeñas islas o barras las cuales están constituidas por vegetación y en su base arena fina. Al revisar los sedimentos del río nos encontramos con gravas y arenas. Las gravas que se encuentran en el cauce del río tienen un diámetro máximo aproximado de 20 cm.

## CALIDAD DEL AGUA

Aprovechamiento del agua: Presa Colina

Este sitio se encuentra casi al final de la cuenca y recibe el efecto de los drenajes de retorno al cauce principal.

<b>Físicos</b>	<b>MAYO - 05</b>	<b>AGOSTO - 05</b>	<b>ENERO - 06</b>
Conductividad, mS	2,860	5,400	
Sólidos totales, mg/L	2,070	4,475	2,635
Sólidos suspendidos totales, mg/L	40	118	42
Sólidos disueltos totales, mg/L	2,030	4,357	2,593
Temperatura, °C	26.4	33.1	13.7
Turbidez, utn	37.2	131	
Oxígeno Disuelto, mg/L	7.15	7.93	
<b>Químicos</b>			
Alcalinidad, mg/L	190	126	
Arsénico, mg/L		0.01	
Cloruros, mg/L	100	219.4	61.2
Dureza total, mg/L	535	793	
Fierro, mg/L	0.200	0.11	
Fosfatos tot, mg/L	1.70	1.23	1.257
Fosfatos sol, mg/L			0.167
Nitratos, mg/L		0.25	35.246
Nitrógeno Amoniacal, mg/L			0.398
pH	7.49	8.02	7.90
Sulfatos, mg/L	1048.8		
<b>Biológicos</b>			
Coliformes fecales, # Col / 100 mL	9	40	
Coliformes totales, # Col / 100 mL	256	300	
DBO <sub>5</sub> , mg/L	14.6	6	
<b>Sedimentos</b>			
Sólidos secos, %	68	72.44	
Sólidos volátiles, %	1.5	2.21	

De acuerdo a los valores reportados, se puede considerar un efluente con una fuerte concentración de especies disueltas, concentración superior a los 2 gr/L., concentración que puede sin problemas clasificar al agua como agua salobre.

Revisando los resultados obtenidos en los meses anteriores, aunque nada mas se cuenta con un solo registro, la concentración de sulfatos, excede por mucho la calidad del agua para este parámetro; como un complemento a la abundancia de las especies disueltas, el contenido de dureza rebasa por mucho el límite de 300 mg/ L de Dureza Total. En lo que corresponde al contenido de cloruros y alcalinidad, resultan valores de concentración media.

El contenido de nutrientes, queda expresada particularmente como nitratos, concentración muy superior al contenido de nitrógeno amoniacal, lo que corresponde a un afluente nitrificado. La concentración de fosfatos totales se conserva suficiente para causar problemas de fertilización en el ecosistema hídrico.

## VEGETACIÓN

Tabla 16.2 del manual. Hoja de datos de vegetación.							
Río: Conchos, cuenca media							
Sitio BBM: VM2-EI Potrero				Sección transversal botánica: Única			
Tipo de canal: Pozas y rápidos							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Thypha dominguensis</i>	0.15	Der.	Piso	Canto	0.18	0.40
2	<i>Nasturtium officinale</i>	0.05	Der.	Piso	Canto	0.05	0.00
3	<i>Prosopis pubescens</i>	2.2	Der.	Banco	Aluvial	3.2	3.00
4	<i>Tamarix ramosissima</i>	2.2	Der.	Banco	Aluvial	3.2	3.00
5	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	4.2
6	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	5.6
7	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Aluvial	3.0	6.9
8	<i>Salix taxifolia</i>	4.5	Der.	Banco	Aluvial	6.5	50.0
9	<i>Parkinsonia aculeata</i>	2.4	Der.	Banco	Aluvial	4.4	45.0
10	<i>Cynodon dactylon</i>	0.05	Izq.	Banco	Aluvial	1.65	0.10
11	<i>Prosopis glandulosa</i>	1.9	Izq.	Banco	Aluvial	2.7	1.6
12	<i>Prosopis glandulosa</i>	1.2.	Izq.	Banco	Aluvial	2.2	4.3
13	<i>Prosopis glandulosa</i>	3.2	Izq.	Banco	Aluvial	4.7	1.9

Datos de la vegetación riparia		Colector:		Sitio BBM: VM2		
Nombre del río: Conchos, cuenca media		Fecha:		Banco: N S E O		
Altitud: 1047		Aspecto:		Geología: Sedimentario		
Latitud: 453090		Longitud: 3184328				
Medidas en metros	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nombre	Acuática	Banco húmedo Juncos	Banco húmedo arbustos	Banco seco zona cercana	Banco seco Arbustos/ Árboles	Banco seco zona alejada
Área muestra	1 X 2	1 X 2	10 X 10	5 X 10	20 X 20	
% de cobertura	10 %	1 %	80 %	45 %	5 %	
% cobertura hojarasca	--	--	5 %	10 %	2 %	
Profundidad del suelo						
<b>Nombre del substrato</b>	<b>% de cobertura</b>	<b>% de cobertura</b>	<b>% de cobertura</b>	<b>% de cobertura</b>	<b>% de cobertura</b>	<b>% de cobertura</b>
Guijarro						
Canto rodado	100 %	100 %				
Arena						
Aluvión			100 %	100 %	100 %	
Roca						
Distancia actual desde la orilla del agua	0.00 m	0.15 m	0.60 m	1.2 m	2.0 m	
Altura por encima del agua	0.05 m	0.20 m	2.0 m	2.0 a 2.4 m	4.5 a 5.0 m	
Estrato superior	Forma de vida				Árbol	
	Especie dominante				<i>Salix taxifoliata</i>	
	Altura y cobertura					
Estrato medio	Forma de vida		Arbusto	Arbusto		
	Especie dominante		<i>Baccharis Glutinosa</i>	<i>Parkinsonia Aculeata</i>		
	Altura y cobertura					
Estrato inferior	Forma de vida	Hierba enraizada	Hierba enraizada	Hierba		
	Especie dominante	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Typha dominguensis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>		
	Altura y cobertura					

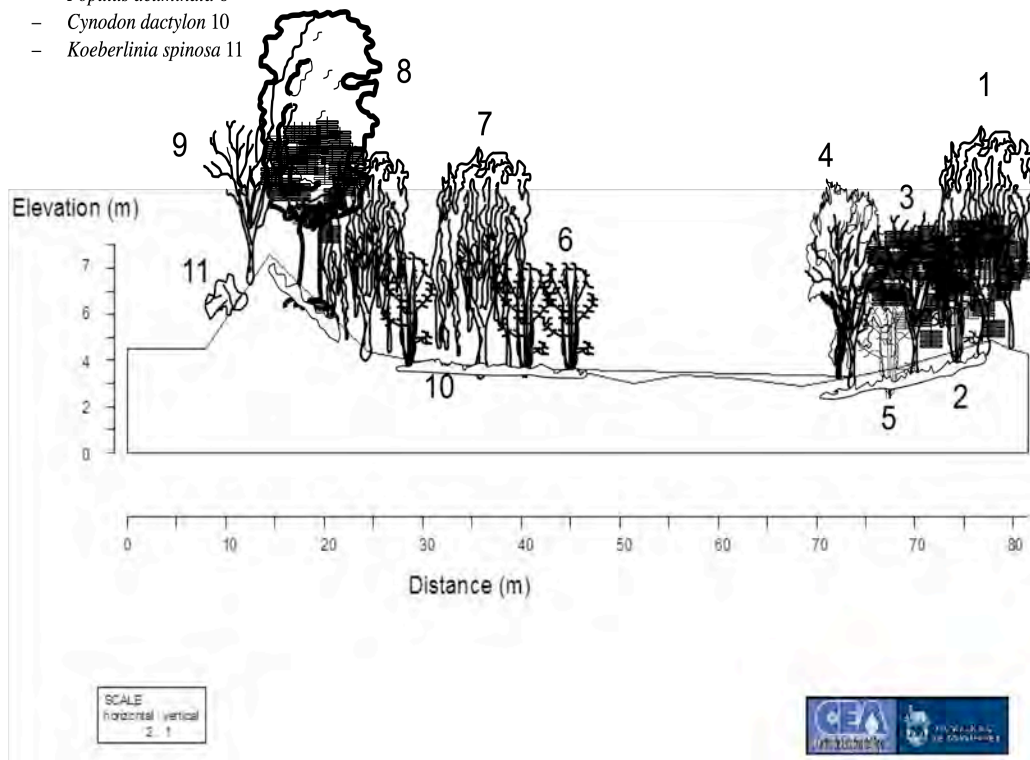
Listado de especies vegetales. En rojo las exóticas y en el relleno celeste las acuáticas obligadas.

Familia	Nombre científico	nombre comun	VM2
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	44
Asteraceae	<i>Baileya multirradiata</i>	Telempacate	8
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo	3
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i>	Mostacilla	18
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	X
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Hiuzache	3
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Retama	1
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	5
Fabaceae	<i>Prosopis pubescens</i>	Mezquite tornillo	2
Koerberliniaceae	<i>Koerberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	4
Marsileaceae	<i>Marsilea mollis</i>		X
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	3
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>		X
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	X
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton aff. Pectinatus</i>		X
Salicaceae	<i>Populus x acuminata</i>	Alamillo	1
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	4
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	16
Solanaceae	<i>Nicotiana trigonophylla</i>		5
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	2
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	2

## Sección Transversal Botánica













- Sitio VM2, El Potrero.

- *Salix taxifolia* 1 y 7
- *Baccharis angustifolia* 2 y 6
- *Prosopis glandulosa* y *P. pubescens* 3 y 9
- *Tamarix ramossissima* 4
- *Hymenoclea monogyra* 5
- *Populus acuminata* 8
- *Cynodon dactylon* 10
- *Koerberlinia spinosa* 11



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS





















Cuadro 17.2. Listado de especies del sitio VM2 El Potrero

Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. Trófica	Hábitat	Imagen
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>		2	A	5-10	PR		
	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>		1	L	5-10	PR		
Diptera	Chironomidae			10	L	6	GC	BU	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Procladius</i>		2	L	4	OM/GC	SW/CN	
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>		10	A	9.8	PR	CB/SW	
	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>		10	L	9.8	PR	CB/SW	
	Corixidae	<i>Trichocorixa</i>		83	A	5	PR	SW	
	Corixidae	<i>Trichocorixa</i>		1	L	5	PR	SW	
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		1	A	5	PR	CB/SW	
	Nepidae	<i>Curicta</i>		3	L		PR		
	Veliidae	<i>Platyvelia</i>		1	A	6	PR	SK	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Amphiagrion</i>		27	L	5	PR	CN/CB	
	Coenagrionidae	<i>Argia</i>		7	L	5.1-6	PR		
	Coenagrionidae	<i>Chromagrion</i>		7	L	6	PR	CB	
	Corduliidae	<i>Macromia</i>		2	L	2	PR	CB/SP	
	Gomphidae	<i>Dromogomphus</i>		1	L	6.3	PR		

**Tolerancia: PA=Parasite, PR=Predator, OM=Omnivore, GC=Gatherer/Collector, FC=Filter/Collector, SC=Scraper, SH=Shredder, PI=Piercer. Hábitat: CN=Clinger, CB=Climber, SP=Sprawler, BU=Burrower, SW=Swimmer, DV=Diver, SK=Skater**

## PECES

El potrero presenta dos especies amenazadas y endémicas.

Cuadro 18.2. Listado de especies del sitio VM2 El Potrero								
Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitat	Imagen	Imagen
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardinita mexicana	T		N	Corriente Lenta		
Catostomidae	<i>Ictiobus bubalus</i>	Matalote bocón	T		N	Poca profundidad		
<b>Cyprinidae</b>	<i>Cyprinella lutrensis</i>	Carpita roja	T		N			
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	T		I	Poca profundidad		
	<i>Pimephales promelas</i>	Carpita cabezona	T		N	Poca profundidad		
	<i>Notropis braytoni</i>	Carpita tamaulipeca	S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Notropis chihuahua</i>	Carpita chihuahuense	S	A*	E	Poca profundidad		
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	Guayacón mosquito	T		Ex	Poca profundidad		
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Pez sol	T		N/Ex	Poca profundidad		
Chiclidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia mossambica	T		I			
<b>Especies de la Norma: P= Peligro de Extinción, Pr= Protección especial, A= Amenaza</b>								<b>N:</b> 
<b>Especies No-Tolerantes, Ex= Exótico, I= Introducida</b>								

### Habitat integrity

Modifier	Description	Instream			Riparian			Score	
		Class	Score	Weight	Class	Score	Weight	Instream modifier	Riparian modifier
Water Extraction	Surface extraction	Moderate	10	14	Moderate	10	12	6	5
Flow modification	Flows interrupted	High	13	13	High	13	11	7	6
Bed modification	Modified	High	12	13	/			6	/
Channel modification	Modified	High	12	13				High	
Water quality modification	Salinity	Moderate	10	14	None	0	12	6	0
Inundation	Moderated	Moderate	6	10	Moderate	7	10	2	3
Exotic macrophytes	1 exotic	Moderate	7	9	/			3	/
Exotic aquatic fauna	3 exotic	Moderate	10	8				3	
Solid Waste Disposal	Clean	Low	5	6	Low	5	6	1	1
Vegetation removal	<i>Baccharis</i> removal	/			High	15	13	/	
Exotic vegetation encroachment	7 exotics				High	15	11		
Bark erosion	Low erosion in the banks				Moderate	6	14		
<b>Score</b>								<b>60</b>	<b>62</b>
<b>Class</b>								<b>C</b>	<b>C</b>

## Ecological importance and sensitivity

Determinant	Motivations	Vegetation	Motivations	Invertebrates	Motivations	Fish
Endangered biota	None	0	None	0	2 endangered species Very high	4
Rare biota	None	0	None	0	few rare spp. High	4
Unique biota	None	0	None	0	2 endemic. High	4
Intolerant biota					2 non tolerant. High	4
Species/taxon richness	Moderate	2	14 species Moderate	1	10 spp. Moderate	2
Diversity of aquatic habitats types of features	Low	1	Low	1	Low	1
Refuge value of habitat types	Low	1	Low	1	Low	1
Sensitivity of habitat to flow changes	Low	1	Low	1	Low	1
Sensitivity to flow related water quality changes	Low	1	Low	1	Low	1
Migration route for Instream and riparian biota	Low	1	Low	1	Moderate (migration between sites)	2
Protected area	None	0	None	0	None	0
Sensitivity		Low/marginal		Low/marginal		Moderate

## Ecological Management Class (EMC)

### PES C

Discipline	EMC	Motivations	Objectives	Indicators
Fish	B/C	There is a high proportion of exotics (4/10) the native fish populations (6/10) needed restoration activities, both in flow and water management (water quality and illegal pumping). Original assemblage Unknown. Other highly sensitive indicator species are lacking and may have disappeared from the community before first observations.	Improve the water quality and quantity and upgrade the fish assemblage.	<i>Ictiobus bubalus</i> for loss of depth, <i>Notropis braytoni</i> and <i>N. Chihuahua</i> for general conditions
Invertebrates	B/C	The ecological importance and sensitivity for invertebrates is low but there is a restoration project en progress and an improve flow regime could help to improve the overall ecological health of this section.	To restore perennial flows. To maintain seasonal variability of flows. To improve the diversity in marginal habitats. The benthic habitat is composed of mud and was not sampled but is unlikely to support a diversity of invertebrates. Since there are no stones in current habitat, the marginal communities provide the best indicators of ecosystem health.	<i>Macromia</i> and other sensitive species of the marginal habitats
Vegetation	C	Present state of the riparian habitat is C class, mainly due to the abundant of exotic species such as Tamarix. The objective is to maintain the C class and provide flows that will encourage re-colonization by native species.	To restore perennial flow To provided sufficient volume of water to keep riparian vegetation and re-colonization on the banks. To provide floods to inundate the riparian zone in order to replenish soil, distribute seeds and encourage germination. To maintain seasonal variability of flows. To provide a diversity of flows that will encourage the full diversity of riparian species and provide conditions for all their life stages, and to discourage the further spread of exotics. To ensure the germination and survival of an abundant population of <i>Salix</i> seedlings, by providing flows into the riparian zone a least twice a year.	Native grasses such as <i>Bouteloua</i> and reeds requiring constant root moisture and the occasional inundation.



Geomorphology	B/C	Este acuífero tiene potencial de convertirse en una fuente de agua importante para la ciudad de Chihuahua. Aunque la condición del río en general esta en una clase C, desde el punto de vista geomorfológico es bueno, por lo tanto no se propone una clase de manejo superior	To maintain flows through this segment of the river to keep river integrity to proceed with infiltration process towards the aquifer and removal of deposited sediment (fine particles)	Espesor de material aluvial depositado. Granulometría del material aluvial depositado.
Water quality	C	Concentración de nitratos es elevada, no cumpliendo con las recomendaciones del índice de calidad de agua.	Cumplir con los niveles máximos de la normatividad mexicana	DBO DQO PH Nitratos Conductividad

### Recommended Environmental Flows

	EMC	Drought		Maintenance	
		Low	High	Low	High
Geomorphology	B/C				
Discharge		0.21	0.45	0.9	1.6
Depth		0.34	0.29	0.34	0.45
Velocity		0.2	0.30	0.35	0.40
Fish	B				
Discharge		0.21	1.05	1.05	6
Depth		0.2	0.35	0.35	0.7
Velocity		0.22	0.34	0.34	0.55
Inver/Veg	C/B				
Discharge		0.2	3.7	3.7	9.8
Depth		0.2	0.6	0.6	0.8
Velocity		0.2	0.49	0.49	0.62



Flow Motivations Forms

Flow regimes for drought season

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.21	0.22

Reasons for recommending this flow:

Out of the 6 native species, 5 would survive through dry seasons,

Consequences of not providing this flow:

Strong extirpation of surviving species.

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.05	0.35	0.34

Reasons for recommending this flow:

Out of the 6 native species, 5 would survive through this conditions; the other (*Ictiobus*) would increase its chances to survive.

Consequences of not providing this flow:

Surviving species would not have a chance of going through the drought, and ecological processes could be stopped or strongly hampered.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.21	0.22

Reasons for recommending this flow:

To restore perennial flow to provide minimal habitat for the survival of benthic species

Consequences of not providing this flow:

No benthic species. Only survival of very tolerant species in residual pools.



Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
3.7	0.6	0.49

Reasons for recommending this flow:

To inundate the marginal habitats which contain much of invertebrates diversity and to provide velocities which will encourages the colonization of benthic species

Consequences of not providing this flow:

No marginal habitats will be inundated and the diversity of the invertebrates community will be considerably reduced.

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.21	0.22

Reasons for recommending this flow:

To maintain a minimal flow to provide ground water to the roots of riparian vegetation

Consequences of not providing this flow:

Risk of riparian vegetation becoming desiccated..

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
3.7	0.6	0.49

Reasons for recommending this flow:

To maintain perennial flow and in consequence, ensure the reproduction of riparian vegetation and encourage the germination of seeds and survival of seedlings

Consequences of not providing this flow:

Riparian vegetation does not have conditions to develop phenological stages.



FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.22	0.20	0.20

Reasons for recommending this flow:

- Bajo estas condiciones de flujo no se permite la deposición de material fino (material suspendido).
- Con esta velocidad recomendada (baja) la capacidad de infiltración hacia el acuífero se incrementa.

Consequences of not providing this flow:

- Ensolvamiento de la cama del río.
- Estrechamiento del cauce activo del río.

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.45	0.29	0.3

Reasons for recommending this flow:

- Bajo este régimen de flujos se continúa con el proceso de remoción de partículas finas, evitando la deposición de las mismas en partes sinuosas del río.
- La infiltración de agua hacia el acuífero no se ve afectada bajo este régimen de flujos.

Consequences of not providing this flow:

- La ausencia de estos flujos permitiría la formación de bancos e isletas dentro del cauce activo del río. Esto disminuiría la capacidad del cauce (colonización de plantas).

Flow regimes for maintenance season

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.05	0.35	0.34

Reasons for recommending this flow:

Out of the 6 native species, 5 would survive through these conditions; the other (*Ictiobus*) would increase its chances to survive.

Consequences of not providing this flow:

Surviving species would not have a chance of going through the drought, and ecological processes could be stopped or strongly hampered.



Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
6	0.7	0.55

Reasons for recommending this flow:

This flow will protect the big river and deep pool fish (*Ictiobus*), and at the same time may increase the biodiversity with other species from nearby river sections.

Consequences of not providing this flow:

Big river and deep pool species would see its chances of going throughout the year, and ecological processes may be hampered.

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
3.7	0.6	0.49

Reasons for recommending this flow:

To cover the marginal habitats along active channel and provide sufficient velocity to re-colonization of new areas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se provee el flujo recomendado se pierde la cobertura de los hábitats marginales y no se logra la inundación suficiente para la colonización de los hábitats marginales.

Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
9.8	0.8	0.62

Reasons for recommending this flow:

The active channel will be filled and the first bank will be inundated creating more and wider marginal habitats for the invertebrate community.

Consequences of not providing this flow:

The biodiversity of invertebrate community will not increase.



FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
3.7	0.6	0.49

Reasons for recommending this flow:

To cover the marginal habitats along active channel and provide sufficient velocity to re-colonization of new areas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se provee el flujo recomendado se pierde la cobertura de los hábitats marginales y no se logra la inundación suficiente para la colonización de los hábitats marginales.

Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
9.8	0.8	0.62

Reasons for recommending this flow:

This flow provides more wet riparian habitats for native grasses and trees beside maintain perennial condition of the river and ensure survival and germination. Also the aim is to inundate the roots of *Tamarix* for extended periods causing mortality of this undesirable alien, and creating opportunities for re-colonization by native species.

Consequences of not providing this flow:

Reduced riparian habitats and increasing invasion by exotic species such as *Tamarix*.

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
3.7	0.6	0.49

Reasons for recommending this flow:

- Este caudal recomendado permite remover del sistema algunos bancos interiores dentro del cauce del río, favoreciendo la recuperación parcial del cauce original

Consequences of not providing this flow:

La ausencia de estos flujos permitiría la consolidación de bancos e isletas dentro del cauce activo del río, disminuyendo la capacidad del cauce (colonización de plantas) tanto para el manejo de agua como de infiltración del mismo



Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.6	0.45	0.40

Reasons for recommending this flow:

Este flujo recomendado contribuye a la remoción de un número mayor de bancos, isletas y formaciones sedimentarias dentro del cauce activo del río. Esto evita las acumulaciones innecesarias tanto en zonas rectas como en zonas de meandro.

Consequences of not providing this flow:

Se reduce considerablemente el cauce del río, teniendo depósitos de partículas de grano fino a mediano en todo el segmento

### Flood regimes

#### Maintenance

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish	Vegetation	Invertebrates
10-30		Monthly	Monthly	Monthly
30-50		Bi Monthly	Bi Monthly	Bi Monthly
50-100		Two per year	Annually	Annually
100-500	Annually	Annually		

#### Drought

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish-inv
10-30		3 in wet season
30-50		Once a year



### Flow motivation forms for floods

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology		Rodrigo de la Garza
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

#### Reasons for recommending this flow:

30-50 m<sup>3</sup> /s– 10% del tiempo se requiere para la conservación del cauce original, particularmente en los lugares de meandreo y transportar estos nutrientes a partes mas alejadas de la cuenca.  
 50-100m<sup>3</sup> /s– 7% del tiempo; el cauce tiende a recuperarse sin llegar a su totalidad.  
 100-500 m<sup>3</sup> /s – 2% del tiempo porque se necesita recuperar el cauce original sin isletas ni acumulaciones de sedimentos en los flancos de los bancos. Estas avenidas son de suma importancia porque arrastran acumulaciones indeseables para la sanidad geomorfológica del río.  
 > 500 m<sup>3</sup> /s – 1%; recuperación completa del sistema.

#### Consequences of not providing this flow:

- No se daría la formación y/o consolidación de bancos de origen aluvial,
- Incremento en la turbidez del agua por sólidos suspendidos
- Disminución en la calidad del agua debido a concentraciones de nutrientes cerca de la fuente geológica

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrate		Raúl Garza
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

Invertebrate community needs a flood of 30-50 m<sup>3</sup>/s once a month to remove and renew bottom sediments and incorporate more materials. This event provided more habitats to invertebrate community when the flood cause a major width of channel river and increase the reproduction rate. Also cause the dispersion of larval an adult form of invertebrate downstream. Regarding a bigger flood the invertebrate community require a 50-100 m<sup>3</sup>/s once a year in wet season to create habitats out of debris line.



Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the reproduction rate could be maintain in the same level or less and maybe reduce the population and the environmental services.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
NA	NA	NA	

Reasons for recommending this flow:

Riparian vegetation needs a flood of 30-50 m<sup>3</sup>/s once a month to provided a sufficient humid to grasses, annual plants and seedlings and youngest plants of tree species with increases the cover on riparian habitat. Also riparian vegetation needs 50-100 m<sup>3</sup>/s once a year in the wet season to cause dispersal and germination seeds of riparian vegetation lived 50 to 70 meters from the wet edge. The most important species on the banks are *Salix taxifolia*, *Prosopis velutina*, *Populus acuminata* and *Baccharis glutinosa*.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the vegetation cover could be reduce and then erosion increase in riparian habitat.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras	
Floods maintenance		Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
NA	NA	NA	

Reasons for recommending this flow:

10-30: Once a month  
 30-50: 6/12 (three in spring and three on late summer)  
 50-100: 2/12 (at least 2 floods, one after the snow melt, and one at the beginning of the raining season).  
 >100: 1/12 (yearly)  
 This are flows simulate the natural flow regime.  
 The floods are associated to breeding season of the most important biota.  
 Also allowing the migration and growing season.



Consequences of not providing this flow:

The loss of biodiversity through lack of appropriate flows for breeding, growth and migration requirements and participate in bank protection through vegetation establishment. The banks protection will benefit the habitat diversity through vegetation growth.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish and invertebrate	Raúl Garza y Salvador Contreras
-----------------------	---------------------------------

Floods drought	Flood 10-30 m <sup>3</sup> / sec, 30-50 m <sup>3</sup> / sec, 50-100 m <sup>3</sup> / sec, > 500 m <sup>3</sup> / sec
----------------	---

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

Reasons for recommending this flow:

10-30: three times during the wet season  
30-50: once in the wet season

These floods will provide a diversity of habitats in the wet season which will facilitate the persistence of biodiversity in terms of fish and invertebrates, and will also inundate floodplain vegetation.

Consequences of not providing this flow:

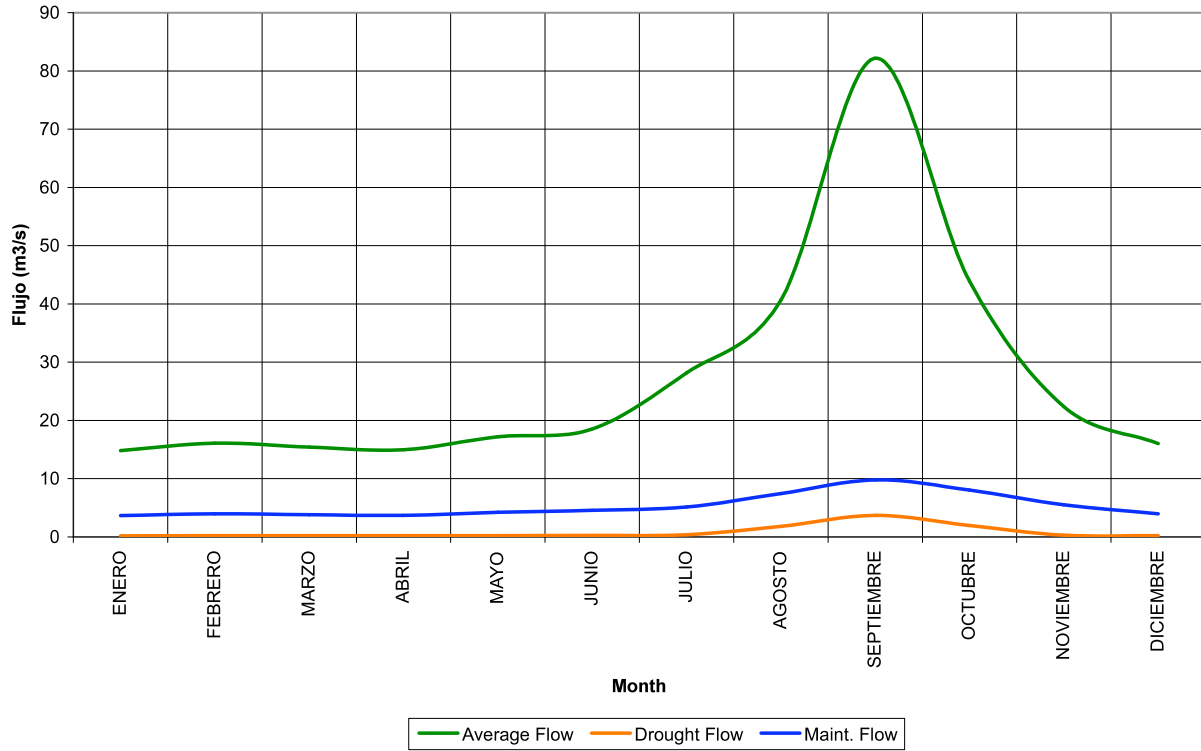
The reduction of biodiversity due to reduced number and extent of different habitats.

**BBM**

CONDITION	ANNUAL VOL. Mm3	% OF MAR	% MA NAT.
DROUGHT LOW	26	3%	1%
MAINT. LOW	168	19%	7%
DROUGHT FLOOD	8	1%	0%
MAINT. FLOOD	157	18%	7%
TOTAL DROUGHT	34	4%	1%
TOTAL MAINT.	325	37%	14%

MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME (m<sup>3</sup> x10<sup>6</sup>) 869  
MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME - TCEQ m<sup>3</sup> x10<sup>6</sup>) 2,246

**Recommended Ecological Base Flows**  
(blue: maintenance; red: drought; green: present day base flows)



VM2. El Potrero	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL			AUG			SEP			OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR					
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>																									
Flow (m <sup>3</sup> /s)	3.7	4.0		3.8	3.7		4.2	4.6		5.2			7.4		9.8			8.0	5.5		4.0	168.0	19		
Depth (m) section																									
FDC % (actual)	96%	95%		96%	96%		95%	95%		94%			92%		89%			91%	94%		95%				
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	9.8	9.6		10.2	9.6		11.4	11.8		13.8			19.9		25.4			21.5	14.3		10.6				
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>																									
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	10-30	10-30	30-50	10-30	10-30	30-50	10-30	10-30	30-50	10-30	30-50	50-100	10-30	50-100	10-30	30-50	100-500	10-30	10-30	30-50	10-30	155.5	18		
Depth (m) section																									
Duration (days)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	6	2	4	2	3	6	2	2	3	2				
FDC % (actual)	47%	47%	15%	47%	47%	15%	47%	47%	15%	47%	15%	7%	47%	7%	47%	15%	1%	47%	47%	15%	47%				
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.73	1.73	5.18	1.73	1.73	5.18	1.73	1.73	5.18	1.73	5.18	12.96	1.73	12.96	1.73	5.18	77.76	1.73	1.73	5.18	1.73				
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>																									
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.2	0.2		0.2	0.2		0.2	0.3		0.4			1.8		3.7			2.0	0.3		0.2	25.8	3		
Depth (m) section																									
FDC % (actual)	99%	99%		99%	99%		99%	99%		99%			98%		96%			98%	99%		99%				
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0.6	0.5		0.6	0.5		0.6	0.7		1.1			4.9		9.6			5.3	0.8		0.6				
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>																									
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)										10-30							30-50		10-30	10-30					
Depth (m) section																									
Duration (days)													2					3		2	2				
FDC % (actual)													47%					15%		47%	47%				
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )													1.73					5.18		1.73	1.73				



### 3.3. SITIO VM3. ESTACIÓN CONCHOS



## LOCALIZACION



Satellite image VM3. Estación Conchos

## HIDROLOGÍA

### 1) Descripción general

### 2) Histograma de volumen anual (natural y actual)

Para las condiciones históricas, se presenta el histograma de flujos correspondiente a la estación hidrométrica Conchos (Clave 24242) que se encuentra aguas arriba del sitio de interés.

### 3) Distribución estacional del volumen de escurrimiento

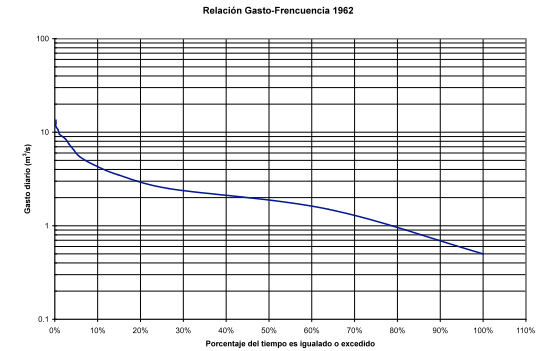
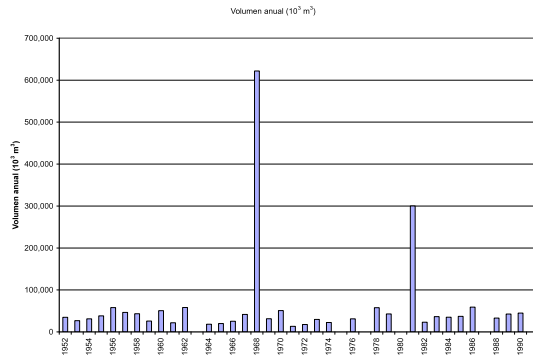
Para las condiciones históricas se seleccionaron tres años representativos de años secos, húmedos e intermedios para la estación hidrométrica Conchos (Ver Figuras a, b y c). El promedio del volumen mensual es de 1,593 mil m<sup>3</sup>, 4,579 mil m<sup>3</sup> y 26,565 mil m<sup>3</sup> para los años secos, intermedios y húmedos respectivamente. Se observa una cierta estacionalidad en los escurrimientos donde el período de mayor escurrimiento se encuentra dentro de la temporada de junio a septiembre-octubre, aunque en los años húmedos se puede apreciar un incremento hacia el fin del año. Estos resultados se deben contrastar con los derrames de agua provenientes de la presa La Boquilla para los años mostrados, ya que todo lo liberado por la presa se transfiere a los canales de riego, excepto cuando ocurren los derrames, los cuales se conducen por el cauce.

### 4) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

Se presenta en la Figura 7 la curva caudal-frecuencia para los flujos promedios diarios del año de 1962.

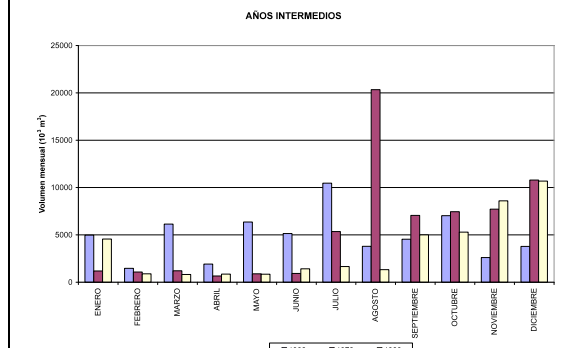
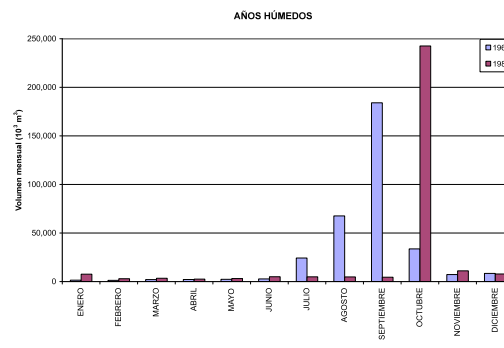
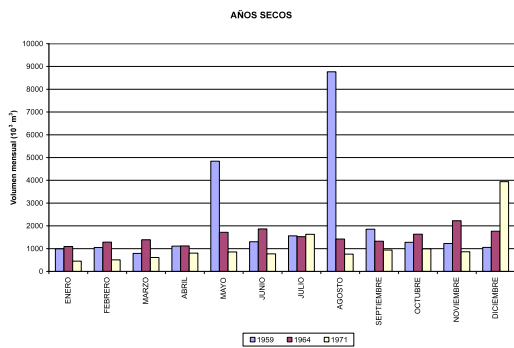
### 5) Series de tiempo de flujos diarios

En la Figura 4 se muestra la serie de tiempo de flujos promedio diarios reportados para Estación Conchos durante el año de 1968 como representativo de un año seco. Se contrasta esta respuesta con los derrames reportados por la presa la Boquilla aguas arriba del punto. Se muestra también en la Figura 5 la serie de tiempo para el año seco de 1971.



**Figura 1** Volúmenes anuales en estación hidrométrica Conchos (Clave 24242) en miles de metros cúbicos. (Fuente: BANDAS)

Relación gasto diario-frecuencia para 1962. Estación Conchos (Clave 24242)



a) Histograma de volúmenes mensuales para tres años secos. Estación Conchos (Clave 24242)

b) Histograma de volúmenes mensuales para tres años promedio. Estación Conchos (Clave 24242)

c) Histograma de volúmenes mensuales para tres años húmedos. Estación Conchos (Clave 24242)

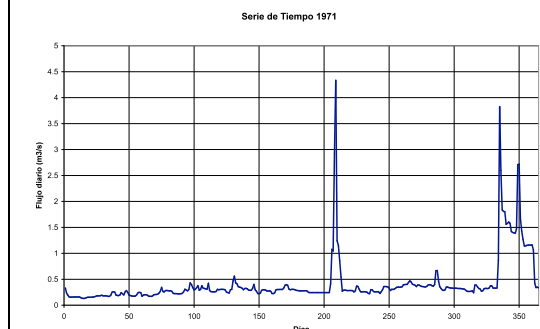
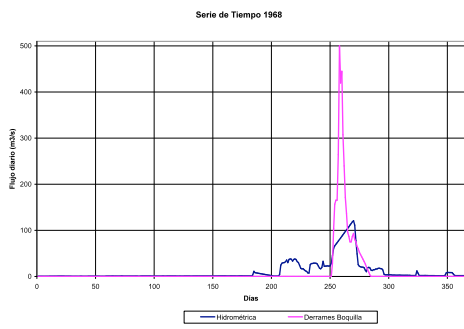


Figura 4. Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Conchos (Clave 24242) y Derrames de La Boquilla

Figura 5. Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Conchos (Clave 24242)

6) Descripción de eventos extremos

Tabla 2: Resumen de datos de flujo para el período 1952 a 1991 para la Estación Conchos (Clave 24242).

<b>Mes</b>	<b>Flujo Base (m<sup>3</sup>/s)</b>		<b>No. Eventos</b>	<b>Flujos Máximos (m<sup>3</sup>/s)</b>		<b>Duración (d)</b>
	<b>min</b>	<b>max</b>		<b>min</b>	<b>max</b>	
Enero	0.11	6.00	6	6.75	22.50	4
Febrero	0.01	1.22	3	3.00	5.50	3-4
Marzo	0.16	1.91	3	6.50	10.50	4-5
Abril	0.17	1.03	2	6.50	17.20	2-4
Mayo	0.17	2.85	3	8.20	28.70	3
Junio	0.18	1.19	3	7.00	22.40	3-4
Julio	0.23	2.48	4	17.50	40.00	3
Agosto	0.22	3.00	6	29.00	66.50	3-4
Septiembre	0.24	2.00	5	21.00	54.00	4
Octubre	0.14	2.00	2	29.00	48.00	4
Noviembre	0.13	2.00	3	9.50	12.50	3-4
Diciembre	0.14	2.00	3	5.00	7.00	3-5

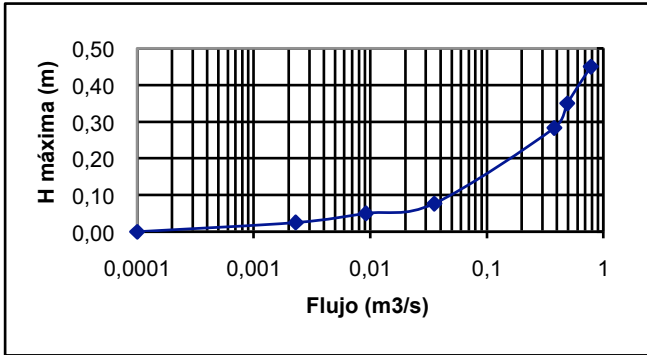
## HIDRAULICA

Tabulación de los datos observados de la descarga vs. Profundidad del agua y coeficiente de resistencia.

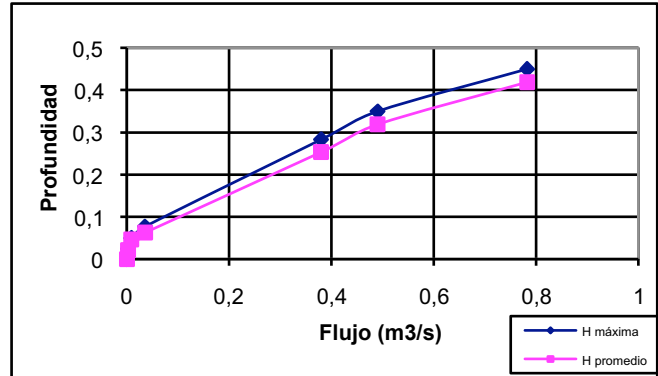
- El formato y datos correspondientes a los datos observados en campo se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1:** Formato para el registro de datos de descarga (Estación Conchos).

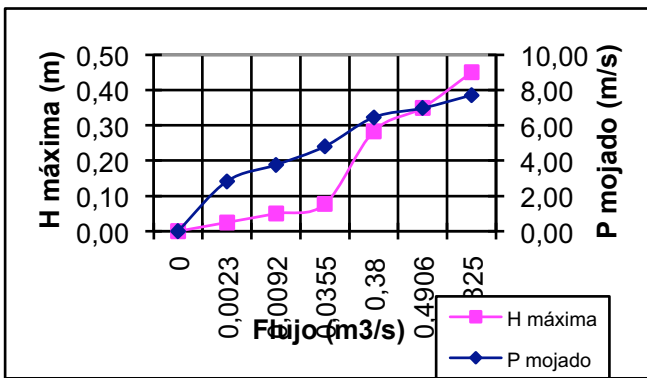
REGISTRO DE CAMPO-ESTACION CONCHOS								
							Coef. Rugosidad (n)	0.040
PUNTO VM3								
Descripción	Coordenadas			Profundidad	Velocidad			
	N	E	Z		0.4H	0.2H	0.8H	
Estación	100.00	100.00	100.00					
Márgen izquierda	66.609	98.999	100.561					
	69.355	99.518	100.793					
	73.775	100.360	100.764					
	76.775	100.953	100.761					
	79.330	101.467	100.494					
	82.449	102.057	100.253					
	83.558	102.231	100.029					
	83.898	102.230	99.765					
ZA	85.592	102.602	99.385					
	86.607	102.897	99.322	13.00	-			
	86.914	102.930	99.331	12.00	0.07			
	87.756	103.098	99.323	16.00	0.260			
	88.623	103.356	99.332	13.00	0.200			
	89.452	103.487	99.362	11.00	0.090			
ZA	90.291	103.582	99.413					
	91.375	103.878	99.785					
	92.068	104.029	99.819					
	94.295	104.290	99.757					
	98.404	105.078	100.237					
	100.058	105.370	100.004					
	101.517	105.663	100.126					
	106.086	106.498	100.136					
	108.323	106.997	100.274					
	113.729	108.019	100.437					
	126.076	110.321	100.591					
Referencia	149.215	122.107	101.076					
Aguas arriba	85.826	139.112	99.276					
Aguas abajo	107.479	81.323	99.235					



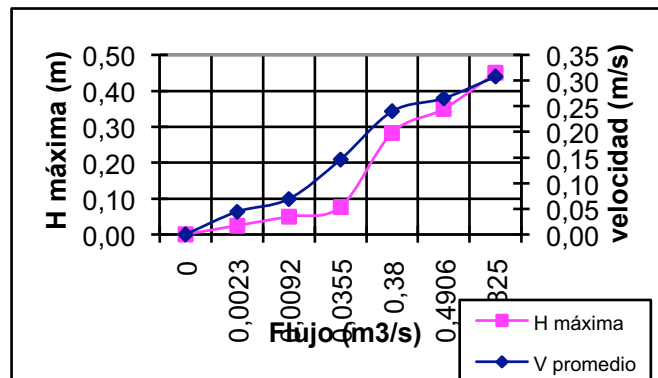
Flujo vs. Profundidad máxima.



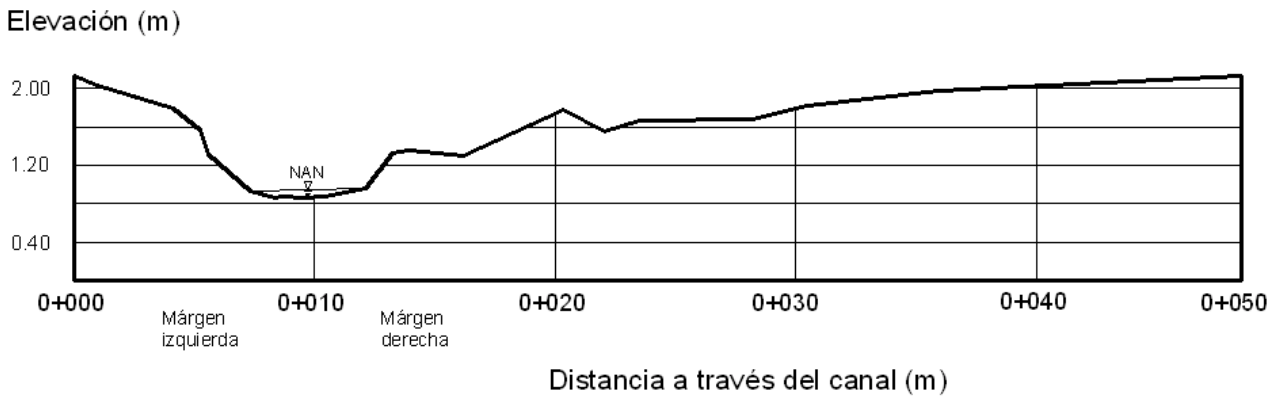
Flujo vs. Profundidad máxima y promedio



Flujo vs. Profundidad máxima y perímetro mojado



Flujo vs. Profundidad máxima y velocidad



Sección transversal Estación Conchos

## GEOMORFOLOGIA

### 1) Localización

La sección VM\_03 se encuentra localizada en el Centro del estado de Chihuahua; la zona donde se ubica la sección se está bien comunicada. El acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal No. 45 y por el camino vecinal que comunica al poblado Estación Conchos.

### 2) Marco Físico

La sección se encuentra situada en la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte; las topofomas son más bien bajas y abruptas. En general se orientan NNW-SSE entre las estructuras serranas se encuentran asociaciones complementarias de bajadas y llanuras, estas últimas constituidas por material aluvial.

El punto VM\_03 se encuentra localizado sobre suelo aluvial del Cuaternario, con importantes afloramientos de conglomerados pertenecientes a la misma época. Al este del punto se encuentra la Sierra Los platos a menos de 5 Km. de distancia cuya característica principal es que está formada por rocas Ígneas Extrusivas como lo es el basalto y en menor proporción de Riolitas y Tobas Ácidas.

El punto se encuentra ubicado a una altitud de 1190 msnm; mientras que la elevación de la Sierra los Platos alcanza 2500 msnm en su parte más elevada.

En el flanco derecho del río se encuentran zonas de cultivo las cuales pertenecen a suelos aluviales ya mencionados. En la cara Suroeste la Sierra presenta abanicos aluviales de gran extensión en dirección perpendicular al río, el drenaje que escurre de esta Sierra hacia el río presenta un comportamiento contorneado, con pocas aportaciones.

El río Conchos presenta en esta zona un comportamiento meandrónico con una amplia zona de inundación o playa, la cual es aprovechada en la agricultura.

### 3) Descripción del Sitio

El sitio en donde se tomó la sección se encuentra rodeado por tierras de cultivo lo cual indica que es un suelo aluvial, el cauce de río es un poco recto en esta parte, pero en donde aguas arriba tiene un cauce meandrónico el cual ya fue mencionado en párrafos anteriores.

Por ser una zona en la que está muy arbolada y con tierras de cultivo, los sedimentos del río son en su mayoría arcilla, no se encontraron en este tramo del cauce de río sedimentos de gran tamaño.

## CALIDAD DEL AGUA

<i><b>Físicos</b></i>	<b>MAYO - 05</b>	<b>AGOSTO - 05</b>
Conductividad, mS	1,260	1,920
Sólidos totales, mg/L	960	1,825
Sólidos suspendidos totales, mg/L	8	24
Sólidos disueltos totales, mg/L	952	1,801
Temperatura, °C	23.5	28.4
Turbidez, utn	5.98	22.4
Oxígeno Disuelto, mg/L	11.60	10.13
<i><b>Químicos</b></i>		
Alcalinidad, mg/L	252	350
Arsénico, mg/L		0.005
Cloruros, mg/L	20.5	39.6
Dureza total, mg/L	417	474
Fierro, mg/L	0.070	0.027
Fosfatos tot, mg/L	2.000	1.230
Nitratos, mg/L		4.070
pH	7.57	7.11
Sulfatos, mg/L	489.9	604.5
<i><b>Biológicos</b></i>		
Coliformes fecales, # Col / 100 mL	ND	14
Coliformes totales, # Col / 100 mL	384	914
DBO <sub>5</sub> , mg/L	11.1	11.4
<i><b>Sedimentos</b></i>		
Sólidos secos, %	43.00	---
Sólidos volátiles, %	2.10	---

En el recorrido realizado en el mes de enero del presente año, se recolectó una muestra de superficie monitoreando el agua del Río Conchos, se analizaron los parámetros indicados en parámetros mínimos para aplicar la BBM, los resultados obtenidos son:

<i><b>Físicos</b></i>	<b>ENERO - 06</b>
Conductividad, mS	
Sólidos totales, mg/L	1,380
Sólidos suspendidos totales, mg/L	34
Sólidos disueltos totales, mg/L	1,346
Temperatura, °C	12
<i><b>Químicos</b></i>	
Cloruros, mg/L	15.2
Fosfatos tot, mg/L	1.253
Fosfatos sol, mg/L	0.786
Nitratos, mg/L	16.176
Nitrógeno Amoniacal, mg/L	19.693
pH	6.75

De acuerdo a los valores reportados, se puede considerar un efluente ligeramente salinizado con una concentración cercana o superior a 1 gr/L.

Revisando los resultados obtenidos en los meses anteriores, se puede justificar que el agua en este sitio manifiesta altos contenidos de sulfatos, dureza total y alcalinidad. Esto justifica la salinidad del agua.

El contenido de nutrientes, particularmente las altas concentraciones de nitrógeno amoniacal y de fosfatos totales, son indicadores de agua empleada en cultivos.

La presencia de colonias bacterianas totales no representa mayor problema sanitario, principalmente por los bajos conteos de coliformes fecales. En síntesis representa agua de drenaje agrícola.

## Vegetación

Tabla 16.2 del manual. Hoja de datos de vegetación.							
Río: Conchos, cuenca media							
Sitio BBM: VM3-Estación Conchos				Sección transversal botánica: Única			
Tipo de canal: Pozas (remansos)							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Thypha dominguensis</i>	2.2	Izq.	Piso	Aluvial	2.5	0.10
2	<i>Eleocharis montevidensis</i>	0.12	Izq.	Piso	Aluvial	0.42	0.10
3	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.80	Izq.	Banco	Aluvial	2.55	0.60
4	<i>Salix taxifolia</i>	5.5	Izq.	Banco	Aluvial	7.25	1.0
5	<i>Tamarix ramosissima</i>	4.0	Izq.	Banco	Aluvial	4.75	1.6
6	<i>Populus acuminata</i>	8.3	Izq.	Banco	Aluvial	10.65	4.8
7	<i>Populus acuminata</i>	10.0	Izq.	Banco	Aluvial	12.0	15.0
8	<i>Populus acuminata</i>	10.0	Izq.	Banco	Aluvial	12.0	23.0
9	<i>Parkinsonia aculeata</i>	5.0	Izq.	Banco	Aluvial	7.0	29.0
9	<i>Juncus mexicanus</i>	1.7	Der.	Piso	Aluvial	2.5	0.15
10	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.5	Der.	Banco	Aluvial	3.0	0.60
11	<i>Prosopis glandulosa</i>	3.2	Der.	Banco	Aluvial	4.7	1.9
12	<i>Populus acuminata</i>	7.0	Der.	Banco	Aluvial	8.5	4.5

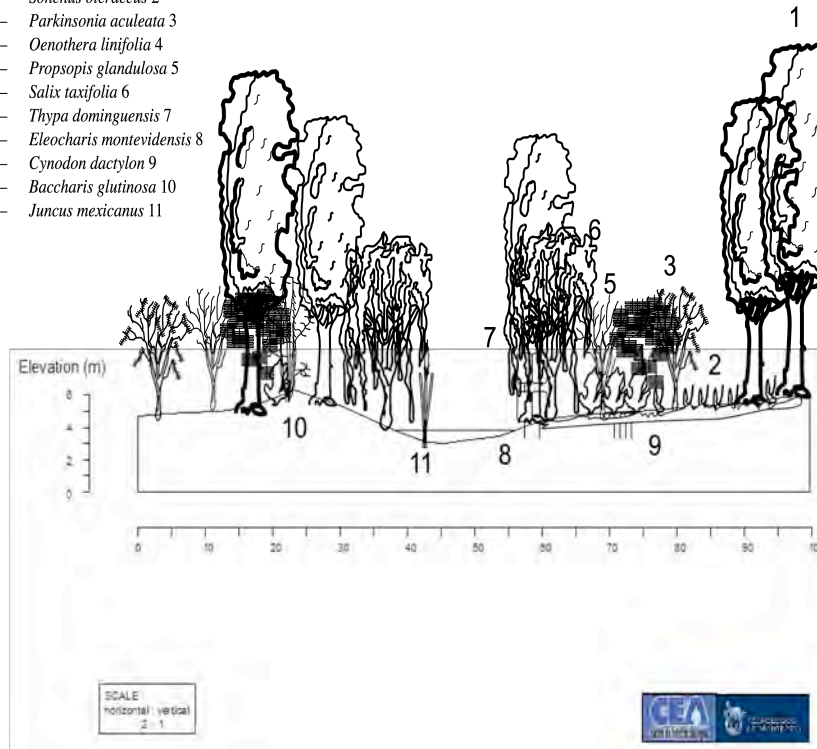
Datos de la vegetación riparia		Colector:		Sitio BBM: VM3			
Nombre del río: Conchos, cuenca media		Fecha:		Banco: N S E O			
Altitud: 1192	Aspecto:	Geología: Sedimentario					
Latitud: 470493	Longitud: 3096430						
Medidas en metros		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nombre		Acuática	Banco húmedo Juncos	Banco húmedo arbustos	Banco seco zona cercana	Banco seco Arbustos/ Árboles	Banco seco zona alejada
Área muestra		1 X 2	5 X 10	5 X 10	5 X 10	10 X 10	10 X 10
% de cobertura		1 %	20.4 %	11.31 %	45 %	95 %	82 %
% cobertura hojarasca		--	--	20 %	38 %	55 %	50 %
Profundidad del suelo							
Nombre del substrato		% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura
Guijarro							
Canto rodado							
Arena							
Aluvión		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Roca							
Distancia actual desde la orilla del agua		0.00 m	0.10 m	0.60 m	1.2 m	2.0 m	20 m
Altura por encima del agua		0.10 m	1.2 a 2.5 m	2.2 m	1.8 a 2.4 m	4.5 a 5.0 m	6.0 a 23.0 m
Estrato superior	Forma de vida		Hierba enraizada			Árbol	Árbol
	Especie dominante		<i>Typha dominguensis</i>			<i>Populus Acuminata</i>	<i>Populus acuminata</i>
	Altura y cobertura						
Estrato medio	Forma de vida			Arbusto	Arbusto árbol		
	Especie dominante			<i>Baccharis Glutinosa</i>	<i>Parkinsonia Aculeata</i>		
	Altura y cobertura						
Estrato inferior	Forma de vida	Hierba enraizada		Hierba	Hierba	Hierba	
	Especie dominante	<i>Eleocharis montevidensis</i>		<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	
	Altura y cobertura						

Listado de especies vegetales. En rojo las exóticas y en el relleno celeste las acuáticas obligadas			
Familia	Nombre científico	nombre comun	VM3
Alimataceae	<i>Echinodorus</i> aff. Berteroi		4
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	8
Asteraceae	<i>Baileya multiradiata</i>	Telempacate	3
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León	4
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo	5
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	X
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i>		130
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de Gato	3
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Retama	7
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	10
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de agua	X
Onagraceae	<i>Oenothera linifolia</i>		X
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	3
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>		X
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	X
Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>		X
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i>		X
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton</i> aff. <i>Pectinatus</i>		X
Salicaceae	<i>Populus x acuminata</i>	Alamillo	10
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	8
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	2
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarix	5
Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i>	Typha	X
Ulmaceae	<i>Celtis reticulata</i>		2

## Sección Transversal Botánica







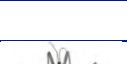






- Sitio VM3, Estación Conchos.

- *Populus acuminata* 1
- *Sonchus oleraceus* 2
- *Parkinsonia aculeata* 3
- *Oenothera linifolia* 4
- *Prosopis glandulosa* 5
- *Salix taxifolia* 6
- *Typha dominguensis* 7
- *Eleocharis montevidensis* 8
- *Cynodon dactylon* 9
- *Baccharis glutinosa* 10
- *Juncus mexicanus* 11



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

**Cuadro 17.3. Listado de especies del sitio VM3 Estación Conchos**



Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. Trófica	Hábitat	Imagen
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i>		78	A	4	GC		
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>		1	A	5-10	PR		
	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>		1	L	5-10	PR		
Diptera	Chironomidae			2	L	6	GC	BU	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Procloeon</i>		13	L	4	OM/GC	SW/CN	
	Caenidae	<i>Caenis</i>		12	L	7	GC		
Hemiptera	Belostomatidae			2	L	9.8	PR	CB/SW	
	Gerridae			3	L	5	PR		
	Microveliidae			12	L	6	PR		
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		5	A	6	PR	SK	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		37	L	6	PR	SK	
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>		25	L	2.8-6.2	PR		
	Coenagrionidae	<i>Amphiagrion</i>		11	L	5	PR	CN/CB	
	Coenagrionidae	<i>Argia</i>		24	L	5.1-6	PR		
	Coenagrionidae	<i>Chromagrion</i>		14	L	6	PR	CB	
	Coenagrionidae	<i>Enallagma</i>		36	L	9	PR	CB	
	Coenagrionidae	<i>Zoniagrion</i>		11	L	9	PR		

**Tolerancia: PA=Parasite, PR=Predator, OM=Omnivore, GC=Gatherer/Collector, FC=Filter/Collector, SC=Scraper, SH=Shredder, PI=Piercer. Hábitat: CN=Clinger, CB=Climber, SP=Sprawler, BU=Burrower, SW=Swimmer, DV=Diver, SK=Skater**

## PECES

Ninguna de las especies presentes en este sitio presenta características de unicidad o en categoría de protección. Se encontraron especies muy comunes y solamente una de las especies es no-tolerante.

**Cuadro 18.3. Listado de especies del sitio VM3 Estación Coi**

Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Hábitat		
Atherinopsidae	<i>Menidia beryllina</i>	Plateadito salado	T		Ex	Poca profundidad		
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mojarra oreja azul	T		Ex	Poca profundidad		
	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra	S	*	N			

**Especies de la Norma: P= Peligro de Extinción, Pr= Protección especial, A= Amenazada, E= Endémica, N= Nativa, \* Especies No-Tolerantes, Ex= Exótico, I= Introdicida**

## Habitat integrity

Modifier	Description	Instream			Riparian			Score	
		Class	Score	Weight	Class	Score	Weight	Instream modifier	Riparian modifier
Water Extraction	Surface extraction	Moderate	6	14	Moderate	6	12	3	3
Flow modification	Flows interrupted	High	21	13	High	21	11	11	9
Bed modification									
Channel modification	Modified	High	21	13				High	21
Water quality modification	Sulphates and nitrates	High	21	14	High	21	12	12	10
Inundation	Moderated	Moderate	6	10	Moderate	6	10	2	2
Exotic macrophytes	1 exotic	Moderate	7	9				3	
Exotic aquatic fauna	Exotics	High	21	8				7	
Solid Waste Disposal	Clean	Low	5	6	Low	5	6	1	1
Vegetation removal	None				Low	5	13		
Exotic vegetation encroachment	10 exotics (24 spp.)				High	15	11		
Bark erosion	Moderate erosion in the banks				Moderate	6	14		
<b>Score</b>								<b>39</b>	<b>52</b>
<b>Class</b>								<b>E</b>	<b>D</b>

## Ecological importance and sensitivity

Determinant	Motivations	Vegetation	Motivations	Invertebrates	Motivations	Fish
Endangered biota	None	0	None	0	None	0
Rare biota	None	0	None	0	None	0
Unique biota	None	0	None	0	None	0
Intolerant biota					None	0
Species/taxon richness	Moderate	2	18 species Low	1	3 spp. Low	1
Diversity of aquatic habitats types of features	Low (pools)	1	Low	1	Low	1
Refuge value of habitat types	Moderate	2	Low	1	Low	1
Sensitivity of habitat to flow changes	Low	1	Low	1	Low	1
Sensitivity to flow related water quality changes	Low	1	Low	1	Low	1
Migration route for Instream and riparian biota	None	0	None	0	None	0
Protected area	None	0	None	0	None	0
Sensitivity		Low/marginal		Low/marginal		Low/marginal

## Ecological Management Class (EMC)

PES D/E

Discipline	EMC	Motivations	Objectives	Indicators
Fish	B	<p>This section is representative of the accumulation of heavy human impacts generated in the upper basin (deforestation and land use change) plus the middle basin activities, for instance irrigation activities, sewage discharges and illegal pumping.</p> <p>Nearly all native species have disappeared, since only 1 remains, plus 2 exotics.</p>	<p>Recover the original fish assemblage biodiversity (around 20 spp.).</p> <p>Increase the areas with shallow water for juvenile fish protection,</p>	<p>clean water: 2 <i>Etheostoma</i>, <i>Scartomyzon</i>, <i>Campostoma</i>, <i>Notropis braytoni</i>, <i>Dionda</i> sp.), high water volume (<i>Catostomus</i>, <i>Carpiodes</i>, <i>Gila</i>, <i>Pantosteus</i>, <i>Rhinichthys</i>), Insectivorous / microphagous (<i>Notropis</i>, <i>Gambusia</i>, <i>Rhinichthys</i>), and dominant particulate bottoms (<i>Etheostoma</i>, <i>Scartomyzon</i>, <i>Catostomus</i>, <i>Pantosteus</i>).</p>
Invertebrates	C/D	<p>This section is representative of the accumulation of heavy human impacts.</p>	<p>Improve the actual class with higher flows to get an ecological function of a real river and restore the capability of the river to sustain invertebrate's species that control agriculture pest species. Also increase the invertebrate community with flow sensitive species as indicator of health of the river</p>	<p><i>Procloeon</i> sp. (Ephemeroptera), <i>Hetaerina</i> sp. (Odonata). These genres are sensitive to flow and inhabit in marginal habitat of the river. They need clean and oxygenated water.</p>
Vegetation	C/D	<p>This section is representative of the accumulation of heavy human impacts.</p>	<p>To regulate the abundance of aquatic vegetation and rehabilitant ecological functions of the river without eliminate totally the aquatic vegetation that function like a biological filter of pollutants and reduce the aquatic and riparian exotic species in the site (relation native/exotics)</p>	<p>Density of <i>Salix taxifolia</i>, <i>Typha</i> sp. and <i>Juncus mexicanus</i>.</p>
Geomorphology	D	<p>Facilitar mediante flujos adecuados el mejoramiento del cauce (i.e., ampliación, sistema de meandros) actual con el fin de incrementar su funcionalidad desde el punto de vista ambiental.</p>	<p>Restaurar el flujo del río en ese tramo para ayudar en la recarga de los acuíferos subterráneos en ciertas secciones del río, Incrementar el área del subalveo (parte al lecho del río de donde se alimentan la mayoría de la vegetación freatofita) La configuración actual es un canal, lo cual es inapropiado ecológicamente hablando.</p>	<p>Recuperación de niveles freáticos del acuífero en ciertas secciones del río, Incrementar el grado de sinuosidad del cauce en un 20%, Porcentaje de isletas u otras formaciones dentro del río recolonizadas con vegetación</p>
Water Quality	C/D	<p>This section is representative of the accumulation of heavy human impacts.</p>	<p>Cumplir con los niveles máximos de la normatividad mexicana</p>	<p>DBO, DQO PH Nitratos Conductividad</p>



### Recommended Environmental Flows

	EMC	Drought		Maintenance	
		Low	High	Low	High
Geomorphology	C/D				
Discharge				2.25	4.5
Depth				1.2	2
Velocity				0.092	0.1
Fish	B				
Discharge		0.23	1	1	4.2
Depth		0.5	1	1	2
Velocity		0.59	0.074	0.074	0.1
Inver/Veg	C/D				
Discharge		0.2	0.5	1.0	2.3
Depth		0.42	0.72	1.0	1.5
Velocity		0.055	0.063	0.074	0.092

#### Flow Motivations Forms

Flow regimes for drought season

The flow motivations forms for geomorphology in drought season are not showed in the present results, because the site is a highly modified channel.

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.23	0.5	0.59

#### Reasons for recommending this flow:

Minimum depth for connectivity of pools and survival of the fish assemblage, implying facilities for migration, refuges for juveniles and small adults,

#### Consequences of not providing this flow:

Loss of species, diminution of fish assemblages.



FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: September	high flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1	1	0.74

Reasons for recommending this flow:

Minimum depth for connectivity of pools and survival of the fish assemblage, implying facilities for migration, refuges for juveniles and small adults, Flow base for connectivity and ecological processes

Consequences of not providing this flow:

Loss of species, diminution of fish assemblages, and loss of productivity. Re-colonization of lost species would be null or low.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.035	0.2	0.14

Reasons for recommending this flow:

This flow maintain aquatic vegetation that work in absorbing nutrients and function like refuge to other species. Riparian vegetation is also maintained, especially tree species which protect the banks and protect the neighbor agriculture lands against flood.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, siltation of the river bed will continue.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.17	0.28	0.2

Reasons for recommending this flow:

To increase invertebrate community will increases the food to upper trophic levels providing best natural control of agricultural pests. To improve conditions of different habitats like marginal, benthic and free swimming

Consequences of not providing this flow:



Environmental services to general ecosystems will reduce if not provided this flow, especially to agricultural systems.

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.035	0.2	0.14

Reasons for recommending this flow:

This is the minimum flow required to the survival of the present species in the site.

Consequences of not providing this flow:

If you decreased the minimum flow everything will die.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.17	0.28	0.2

Reasons for recommending this flow:

This condition is similar to dry month. This flow maintain aquatic vegetation that work in absorbing nutrients and function like refuge to other species. Riparian vegetation is also maintained, especially tree species which protect the banks and protect the neighbor agriculture lands against flood.

Consequences of not providing this flow:

Environmental services to general ecosystems will reduce if not provided this flow, especially to agricultural systems.

Flow regimes for maintenance season

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Maintenace
-----------------	---------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1	1	0.74

Reasons for recommending this flow:

Minimum depth for connectivity of pools and survival of the fish assemblage, implying facilities for migration, refuges for juveniles and small adults,  
Flow base for connectivity and ecological processes



Consequences of not providing this flow:

Loss of species, diminution of fish assemblages, and loss of productivity. Re-colonization of lost species would be nil or low..

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: September	high flow maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
4.4	2	0.1

Reasons for recommending this flow:

Keeps open habitats, and promotes new flooded areas, with re-colonization, juvenile stages, as well as the diversification of habitats like caves, rooted areas for hiding, and new foraging areas.

Consequences of not providing this flow:

Loss of species, diminution of fish assemblages, and loss of productivity. Re colonization of lost species would be nil or low. Habitats would not be enough for the colonizers that restore the assemblage.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.53	0.61	0.64

Reasons for recommending this flow:

This flow provides greater depth to invertebrates. It also increases flow velocity which reduces the number of *Hyalella sp*, a species closely related to stagnated water. This flow maintains marginal habitats along downstream and increases the abundance of invertebrate individual

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, river



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates		Raúl Garza	
Month: September		High flow maintenace	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
2.3	1.5	0.092	

Reasons for recommending this flow:

This flow provides greater depth to invertebrates. It also increases flow velocity which reduces the number of *Hyalella sp*, a species closely related to stagnated water. This flow maintains marginal habitats along downstream and increases the abundance of invertebrate individual.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, river-like conditions are unlikely to develop (e.g., running water, higher oxygen concentrations).

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Month: February		Low flow maintenace	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
0.53	0.61	0.064	

Reasons for recommending this flow:

With this flow provides greater volumes of water and increases flow velocity which avoid the stagnation of water. This flow maintains marginal habitats along downstream and increases the supply of water to grasses and annuals plants.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, the banks are not stabilized by grasses and annuals plants.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Month: September		High flow maintenace	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
2.3	1.5	0.092	

Reasons for recommending this flow:

This flow provides greater depth and higher flows permitting transport of total suspended solids and avoids establishing macrophytes.



Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, river-like conditions are unlikely to develop (e.g., running water, higher oxygen concentrations).

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	Low flow maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
2.25	1.2	0.092

Reasons for recommending this flow:

Con este flujo se promueve el llenado de fosas creadas artificialmente, principalmente debido al arrastre de material fino, principalmente arena

Consequences of not providing this flow:

--

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: September	High flow maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
4.5	2	0.1

Reasons for recommending this flow:

Con esta velocidad y descarga el cauce del río empieza a recuperarse a través de la apertura de los bancos del canal activo hacia los farallones, así mismo contribuye a una limpieza de cama más profunda.

Consequences of not providing this flow:

--

**Recommended flows for floods**

This channel was modified and non flow recommendations for floods are provided.



**BBM**

**RECOMMENDED ANNUAL ECOLOGICAL VOLUMES**

CONDITION	ANNUAL VOL. Mm3	% OF MAR	% MA NAT.
DROUGHT LOW	14	28%	1%
MAINT. LOW	27	53%	2%
DROUGHT FLOOD			
MAINT. FLOOD			
TOTAL DROUGHT			
TOTAL MAINT.			

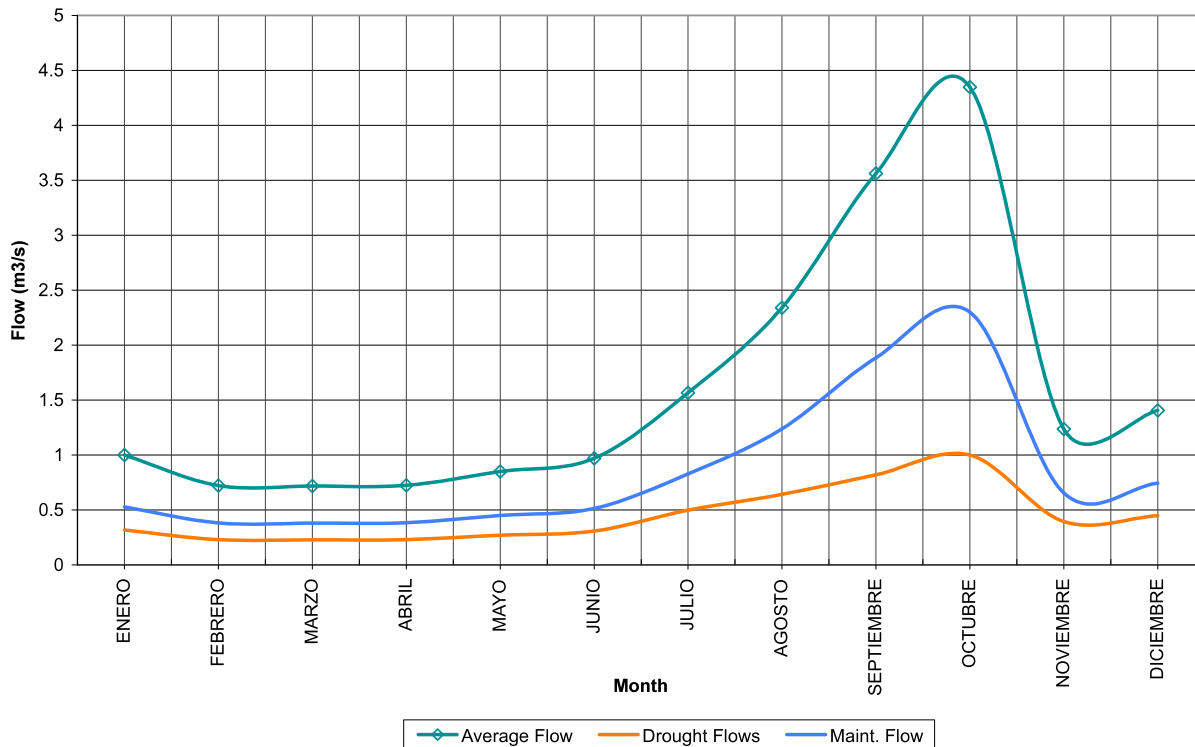
MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME (m3x10<sup>6</sup>)

51

MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME - TCEQ (m3x10<sup>6</sup>)

1347

**Recomendad Ecological Base Flows  
(blue: maintenance, red: drought; green: present day base flow)**



VM3 SITE "Estación Conchos"	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.53	0.38	0.38	0.38	0.45	0.51	0.83	1.24	1.88	2.30	0.65	0.74	27.2	53
Depth (m) section														
FDC % (actual)	68%	85%	86%	85%	78%	69%	40%	23%	14%	11%	54%	46%		
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.4	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	2.2	3.3	4.9	6.2	1.7	2.0		
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	<i>The flood requirements were not calculated because of the complete control of floods at the Boquilla Dam</i>												14.2	28
Depth (m) section														
Duration (days)														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )														
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.32	0.23	0.23	0.23	0.27	0.31	0.50	0.64	0.82	1.00	0.39	0.45	14.2	28
Depth (m) section														
FDC % (actual)	92%	97%	98%	97%	95%	93%	71%	55%	41%	30%	83%	78%		
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0.9	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	1.3	1.7	2.1	2.7	1.0	1.2		
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	<i>The flood requirements were not calculated because of the complete control of floods at the Boquilla Dam</i>												14.2	28
Depth (m) section														
Duration (days)														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )														



### 3.4 SITIO VM5. SAN PEDRO DE CONCHOS



### LOCALIZACIÓN



Satellite image VM5. San Pedro del Conchos



## HIDROLOGÍA

### 1) Descripción general

El sitio de interés VM5 cercano a la localidad de San Pedro de Conchos se encuentra aguas arriba de la presa Francisco I. Madero "Las Vírgenes". El punto corresponde a las aportaciones de la cuenca del río San Pedro que comprende los municipios de Satevó, San Francisco de Borja, Belisario Domínguez, Gran Morelos, Cusiuhirachi, Rivapalacio, Santa Isabel y parcialmente los municipios de Rosales, Chihuahua, Cuauhtémoc, Saucillo, Delicias y Meoqui.

El principal uso consuntivo del agua es la agricultura con un volumen concesionado de 157,550,141 m<sup>3</sup> anuales siendo el principal consumidor el municipio de Rosales, seguido por el de Satevó. En segundo lugar aparece el uso pecuario del agua con un volumen de 1,767,118 m<sup>3</sup>/año. En total, las concesiones de los municipios aguas arriba del punto de interés, representan el 10.2% del volumen concesionado en la cuenca para usos consuntivos.

Existe información hidrométrica aguas arriba del punto sobre el río San Pedro, en la estación 24181 Villalba que datan de 1938 a 1992. La presa Madero comenzó a operar a partir de 1949. Los flujos naturales de requerirse así como estimaciones en otras fechas diferentes a estas provendrían de la modelación hidrológica. Se cuentan con estimaciones de los flujos naturales para el punto de la estación hidrométrica, realizados por el TCEQ para volúmenes mensuales exclusivamente. La Figura 1 muestra la ubicación del punto dentro del diagrama esquemático de la cuenca.

### 2) Histograma de volumen anual (natural y actual)

Para las condiciones históricas y naturales consideradas por el TCEQ, se presenta en la Figura 1 el histograma de flujos correspondiente a la estación hidrométrica Villalba (Clave 24181) que se encontraba cercana al sitio de interés.

### 3) Distribución estacional del volumen de escurrimiento

En la Figura 2 se puede apreciar la variación mensual de los volúmenes de escurrimiento registrados en la estación Villalba. La temporada de mayor escurrimiento ocurre de junio a octubre. La temporada de menores flujos se observa de noviembre a mayo.

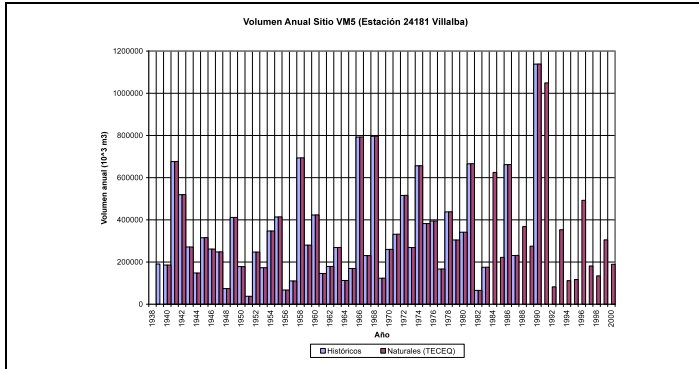
Los años con mayor flujo reportado fueron 1958, 1966, 1968 y 1990. Los años más secos fueron 1948, 1951, 1956, y 1982.

### 4) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

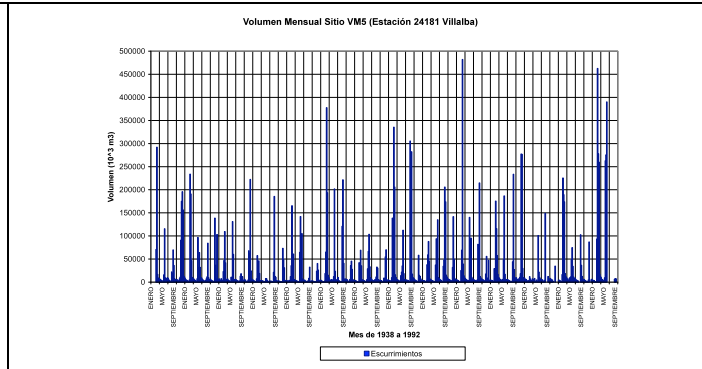
Se presenta en la Figura 3 la curva caudal-frecuencia para los flujos promedios diarios de 1938 a 1992.

### 5) Series de tiempo de flujos diarios

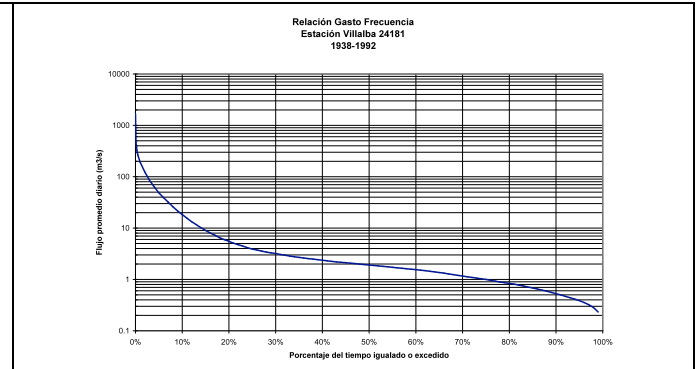
En la Figura 4 se muestra la serie de tiempo de flujos promedio diarios reportados para Estación Villalba para los años húmedos. Se muestra también en la Figura 5 la serie de tiempo para los años secos.



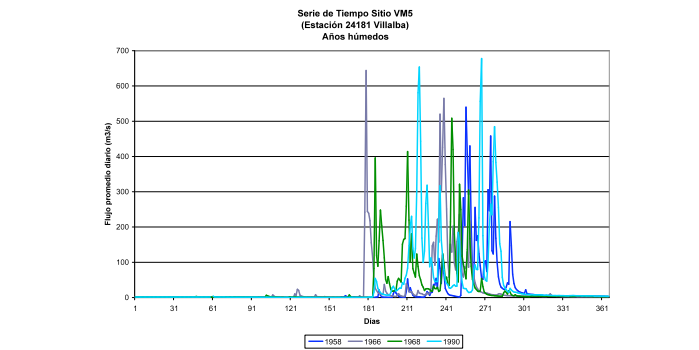
**Figura 1:** Volúmenes anuales en estación hidrométrica Villalba (Clave 24181) en miles de metros cúbicos. (Fuente: BANDAS)



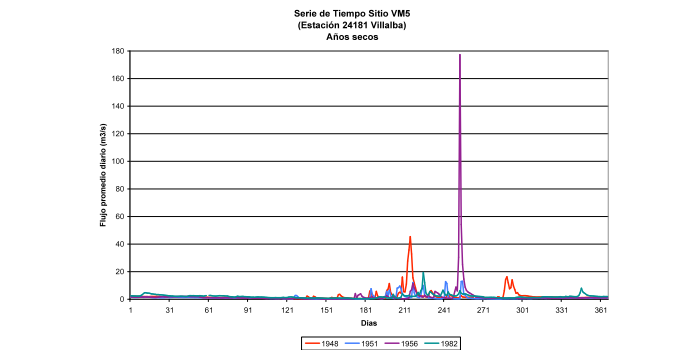
**Figura 2:** Histograma de volúmenes. Estación Villalba (Clave 24388)



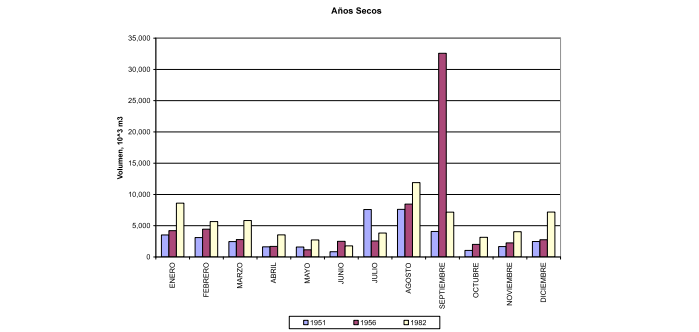
**Figura 4:** Relación gasto diario-frecuencia. Estación Villalba (Clave 24181) 1938 a 1992.



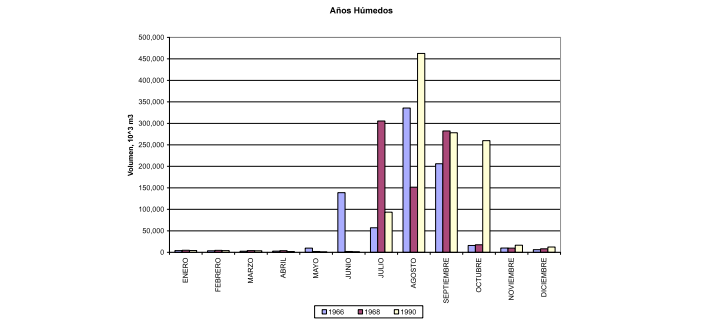
**Figura 4:** Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Villalba (Clave 24181)



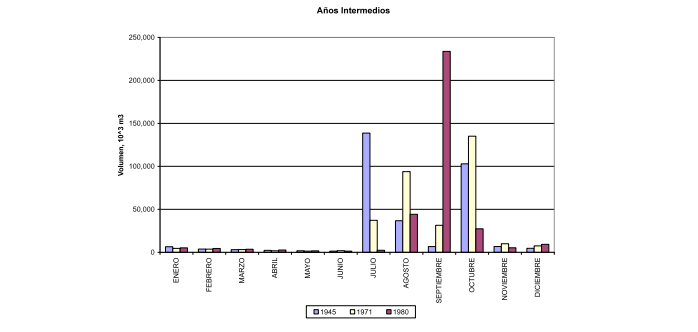
**Figura 5:** Serie de tiempo flujos promedio diarios. Estación Villalba (Clave 24181)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años secos. Estación Villalba (Clave 24388)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años húmedos. Estación Villalba (Clave 24388)



Histograma de volúmenes mensuales para tres años intermedios. Estación Villalba (Clave 24388)

6) Descripción de eventos extremos

Tabla 1: Resumen de datos de flujo para el período 1938 a 1992 para la Estación Villalba (clave 24181).

<i>Mes</i>	<i>Flujo Base (m<sup>3</sup>/s)</i>		<i>No. Eventos</i>	<i>Flujos Máximos (m<sup>3</sup>/s)</i>		<i>Duración (d)</i>
	<i>min</i>	<i>max</i>		<i>min</i>	<i>max</i>	
Enero	0.8	3.0	2	8.7	9.3	5-6
Febrero	0.7	2.6	0	-	-	-
Marzo	0.6	2.0	1	6.2	11.7	7
Abril	0.3	1.4	3	13.7	32.0	4-6
Mayo	0.2	1.0	4	17.7	28.7	4-6
Junio	0.2	3.0	3	201.0	643.0	4-6
Julio	0.1	10.0	5	326.0	616.0	4-6
Agosto	0.3	30.0	5	405.0	653.7	7
Septiembre	0.3	40.0	5	481.0	1697.8	4
Octubre	0.2	12.0	6	287.7	484.6	5-6
Noviembre	0.5	2.7	3	9.8	15.5	4-6
Diciembre	0.8	2.3	2	6.8	12.0	7



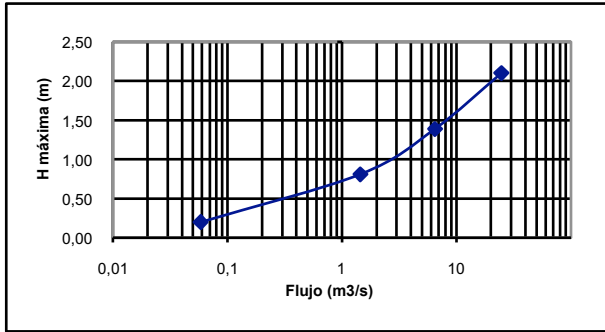
## HIDRÁULICA

Tabulación de los datos observados de la descarga vs. Profundidad del agua y coeficiente de resistencia..

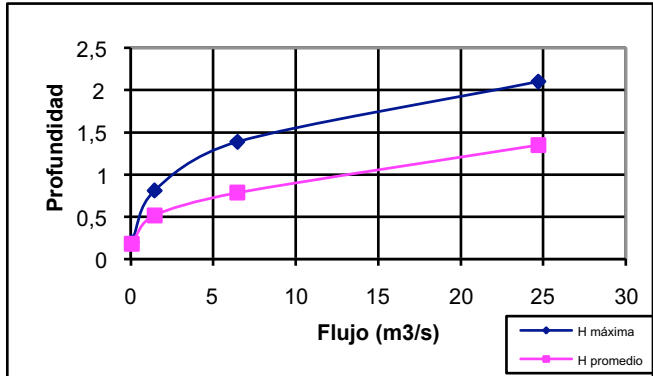
- El formato y datos correspondientes a los datos observados en campo se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1:** Formato para el registro de datos de descarga (San Pedro).

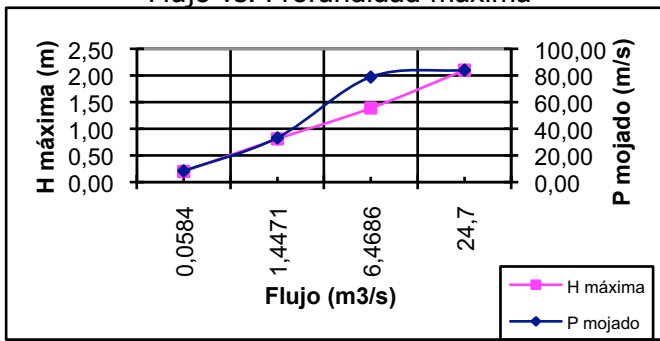
REGISTRO DE CAMPO-SAN PEDRO								
							Coef. Rugosidad (n)	0.035
PUNTO VM5								
Descripción	Coordenadas			Profundidad	Velocidad			
	N	E	Z		0.4H	0.2H	0.8H	
Estación	100.000	100.000	100.000					
Referencia	103.607	97.963	98.515					
Márgen derecho	68.486	93.103	99.950					
	68.525	92.781	99.448					
	68.744	91.588	98.899					
	68.900	90.272	98.341					
ZA	69.075	89.036	98.042					
	69.353	87.304	97.848	23.00	0.03			
	69.593	85.988	97.852	24.00	0.06			
	69.791	84.429	97.884	24.00	0.08			
	70.105	82.635	97.908	21.00	0.04			
ZA	70.347	80.786	98.067					
	70.662	79.047	98.212					
	71.179	75.400	98.299					
	71.828	70.904	98.314					
	72.426	66.761	98.484					
	72.974	62.762	98.423					
	73.659	58.189	98.659					
	74.449	53.550	98.753					
	75.078	49.122	98.705					
	75.648	44.600	98.925					
	76.490	39.087	98.895					
	77.151	34.157	99.062					
	77.923	28.918	99.003					
	78.935	22.108	98.906					
	79.189	20.317	99.182					
	80.041	14.391	99.237					
	80.370	12.575	99.649					



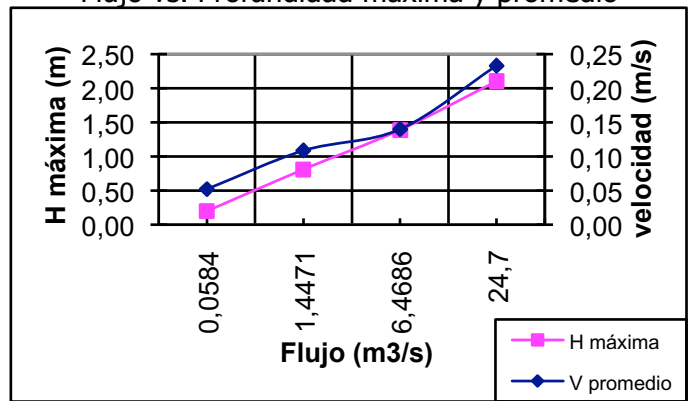
Flujo vs. Profundidad máxima



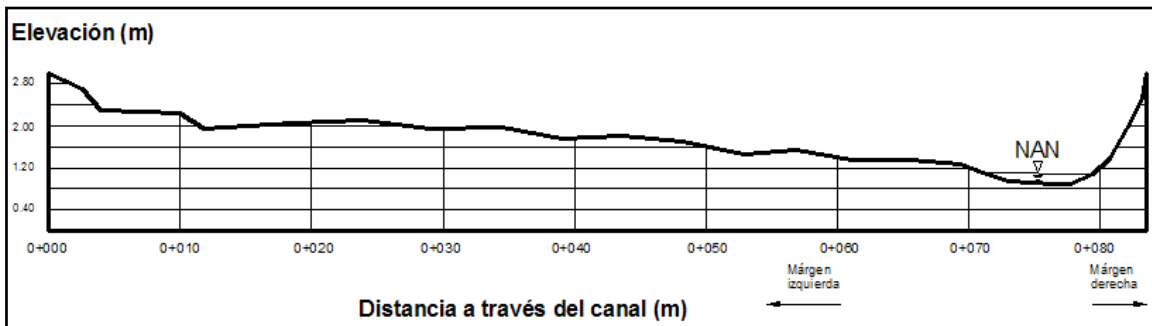
Flujo vs. Profundidad máxima y promedio



Flujo vs. Profundidad máxima y perímetro mojado



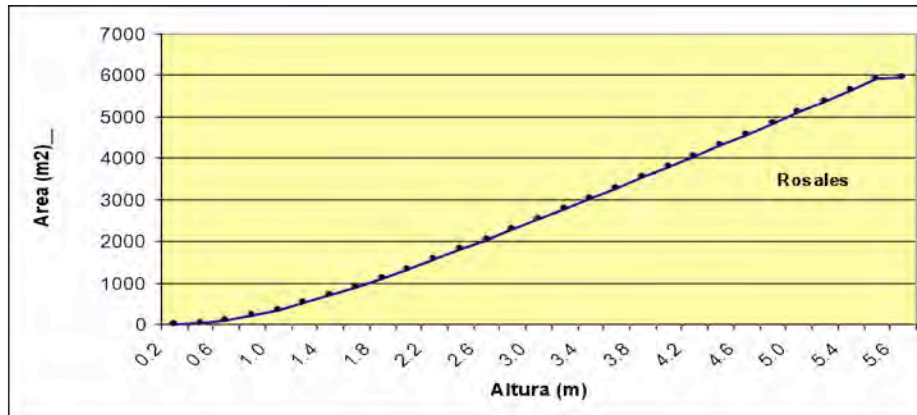
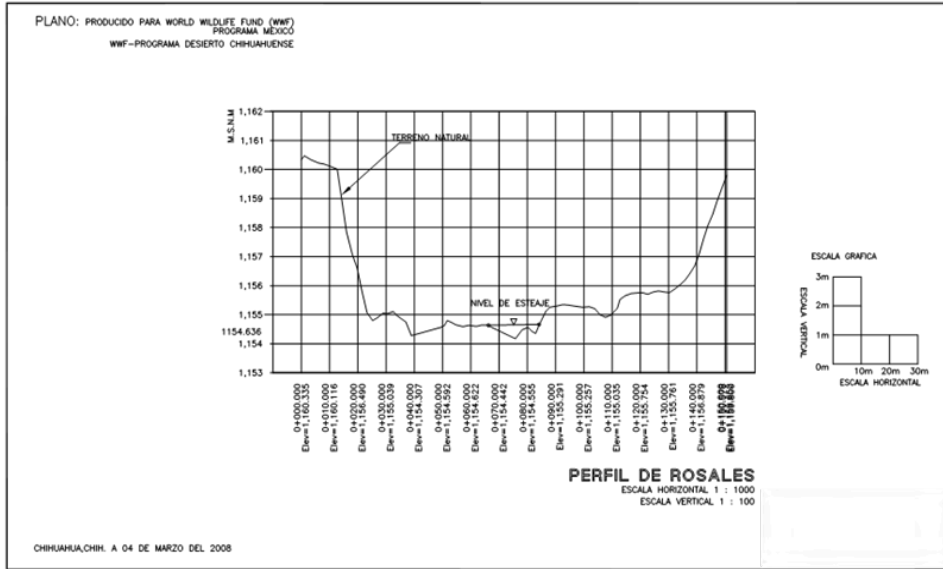
Flujo vs. Profundidad máxima y velocidad



Sección transversal San Pedro.



## Perfil Transversal Río San Pedro-Sitio Rosales



Relación altura-área

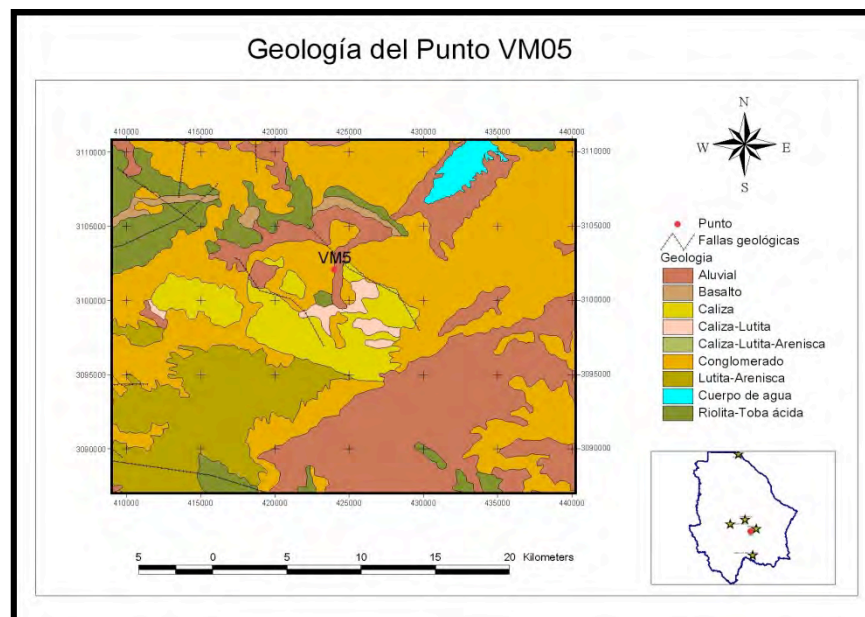
## GEOMORFOLOGIA

### 1) Localización

La sección VM\_05 se encuentra localizado al Centro del estado de Chihuahua, la zona donde se ubica la sección se encuentra bien comunicada; el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal No. 45 y a través del camino vecinal que comunica al poblado San Pedro de Conchos, el punto se encuentra a unos cuantos kilómetros aguas arriba de la presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes).

### 2) Marco Físico

La sección se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, se localiza al oeste de la entidad forma una franja con orientación N-S, se caracteriza por topofomas alargadas en dirección NW-SE y NE-SW.



Plano del Consejo de Recursos Mineros Esc 1: 50000

La sección VM\_05 se encuentra situada sobre suelo aluvial que esta constituida por calizas y conglomerados del cenozoico, las sierras que se encuentra al oeste del río San Pedro llamada Sierra Sayonarola es de origen Caliza Sedimentaria del Mesozoico y conglomerado del Cenozoico, y en la Sierra Villalba se encuentra Caliza sedimentaria y Caliza Lutita del Mesozoico, también se encuentra un pequeño afloramiento de Roca Ígnea Extrusiva Reolita-Toba Acida del Mesozoico.

El punto se encuentra ubicado a una altitud de 1250 msnm; mientras que la elevación de la Sierra Sayonarola es de 1600 msnm en su parte más elevada; en la Sierra Villalba nos encontramos con una altitud de 1500 msnm.

El cauce del río San Pedro en esta zona es sinuoso por la topografía, en donde hay grandes relieves, encañonándolo en una gran parte de su longitud, al ser sinuoso se van depositando los sedimentos en pequeñas isletas que se forman al cambiar la dirección del río. La red de drenaje que se forma por este tipo de relieve es dendrítica.

El punto donde se localizo la sección del río se encuentra en tramo ligeramente recto, el cual se ve rodeado por Sierras en su flanco derecho e izquierdo del cauce del río, la sección del río se extiende de unos cuantos metros.

Al revisar los sedimentos del río están compuestos con una mayoría de grava hasta llegar a arena la cual la partícula mas grande es de aproximadamente de 10 cm. Se puede decir que la sección se encuentra en un sitio en donde va saliendo de una zona encañonada.

### 3) Descripción del Sitio

El punto en donde se eligió la sección se encuentra en un tramo recto, al revisar los sedimentos del río nos encontramos que son de origen sedimentares, siendo en su mayoría grava y arena, teniendo la partícula más grande un diámetro aproximado de 15 cm. de diámetro. En la parte derecha de la sección se encuentra pequeñas formaciones rocosa, en la parte izquierda se observa una pequeña Sierra a una distancia de unos cuantos kilómetros.

## CALIDAD DEL AGUA

<i><b>Físicos</b></i>	<b>MAYO - 05</b>	<b>AGOSTO - 05</b>	<b>ENERO - 06</b>
Conductividad, mS	356	370	
Sólidos totales, mg/L	250	718	775
Sólidos suspendidos totales, mg/L	8	10	8
Sólidos disueltos totales, mg/L	242	708	767
Temperatura, °C	21.3	27.6	16.2
Turbidez, utn	3.22	17.1	
Oxígeno Disuelto, mg/L	8.15	7.02	
<i><b>Químicos</b></i>			
Alcalinidad, mg/L	140	164	
Arsénico, mg/L		0.009	
Cloruros, mg/L	2.1	2.4	2.4
Dureza total, mg/L	96	108	
Fierro, mg/L	0.050	0.019	
Fosfatos tot, mg/L	0.70	1.54	0.501
Fosfatos sol, mg/L			0.236
Nitratos, mg/L		0.19	6.641
Nitrógeno Amoniacal, mg/L			0.597
pH	7.5	7.64	8.18
Sulfatos, mg/L	30.1		
<i><b>Biológicos</b></i>			
Coliformes fecales, # Col / 100 mL	400	1	
Coliformes totales, # Col / 100 mL	1,024	7	
DBO <sub>5</sub> , mg/L	23.4	6.4	
<i><b>Sedimentos</b></i>			
Sólidos secos, %	64.30	65.35	
Sólidos volátiles, %	0.90	0.93	

De acuerdo a los valores reportados, se puede considerar un efluente con un incremento en el contenido de sólidos disueltos en las mediciones de agosto y enero.

Dado que la alcalinidad, dureza y cloruros, se han conservado, es importante revisar el contenido de sulfatos, dado que únicamente se cuenta con un solo resultado (mayo).

El contenido de nitratos expresados como nitrógeno es lo mas relevante, la concentración de fosfatos totales se mantiene y los niveles amoniacales son bajos.

La presencia de colonias bacterianas no representa problema sanitario por los bajos conteos de coliformes, la presencia de materia orgánica biodegradable corresponde a un efluente no impactado.

## VEGETACIÓN

Tabla 16.2 del manual. Hoja de datos de vegetación.							
Río: San Pedro, Subcuenca San Pedro							
Sitio BBM: VM5-San Pedro de Conchos				Sección transversal botánica: A1			
Tipo de canal: Rápidos y remansos							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Marsilea mollis</i>	0.02	Der.	Piso	Canto	2.12	0.05
2	<i>Potamogeton pectinatus</i>	- 0.10	Der.	Piso	Canto	2.20	0.15
3	<i>Cynodon dactylon</i>	0.05	Der.	Banco	Arena y Canto	2.15	0.10
4	<i>Hymenoclea monogyra</i>	1.4	Der.	Banco	Arena y Canto	3.50	0.40
5	<i>Hymenoclea monogyra</i>	1.5	Der.	Banco	Arena y Canto	3.60	1.30
6	<i>Baccharis glutinosa</i>	2.0	Der.	Banco	Arena y Canto	4.10	2.00
7	<i>Hymenoclea monogyra</i>	1.5	Der.	Banco	Arena y canto	3.60	2.8
8	<i>Populus acuminata</i>	14.0	Izq.	Banco	Aluvial	16.5	1.5
9	<i>Populus acuminata</i>	15.0	Izq.	Banco	Aluvial	17.5	2.5
10	<i>Salix taxifolia</i>	10.0	Izq.	Banco	Aluvial	12.5	1.5
11	<i>Salix taxifolia</i>	10.0	Izq.	Banco	Aluvial	12.5	1.5
12	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.8	Izq.	Banco	Aluvial	4.3	5.0

Tabla 16.2 del manual. Hoja de datos de vegetación.							
Río: San Pedro, Subcuenca San Pedro							
Sitio BBM: VM5-San Pedro de Conchos				Sección transversal botánica: A2			
Tipo de canal: Rápidos y remansos							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Salix taxifolia</i>	14.0	Der.	Banco	Aluvial	16.5	125
2	<i>Salix taxifolia</i>	14.5	Der.	Banco	Aluvial	17.0	129
3	<i>Populus acuminata</i>	15.0	Der.	Banco	Aluvial	17.5	125
4	<i>Populus acuminata</i>	15.0	Der.	Banco	Aluvial	17.5	126
5	<i>Populus acuminata</i>	15.0	Der.	Banco	Aluvial	17.5	126
6	<i>Salix taxifolia</i>	14.0	Der.	Banco	Aluvial	16.5	126
7	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.9	Der.	Banco	Aluvial	4.4	130
8	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.7	Der.	Banco	Aluvial	4.2	132
9	<i>Acacia farnesiana</i>	2.4	Der.	Banco	Aluvial	3.9	135
10	<i>Prosopis glandulosa</i>	2.7	Der.	Banco	Aluvial	5.7	139

Datos de la vegetación riparia		Colector:		Sitio BBM: VM5		
Nombre del río: San Pedro, Subcuenca San Pedro		Fecha:		Banco: N S E O		
Altitud: 1253	Aspecto:	Geología:				
Latitud: 423989	Longitud: 3102211					
Medidas en metros	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nombre	Acuática	Banco húmedo Juncos	Banco húmedo arbustos	Banco seco zona cercana	Banco seco Arbustos/ Árboles	Banco seco zona alejada
Área muestra	1 X 2		10 X 10	10 X 10	20 X 20	
% de cobertura	35 %		70 %	40 %	75 %	
% cobertura hojarasca	--		5 %	5 %	15 %	
Profundidad del suelo						
Nombre del sustrato	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura
Guijarro						
Canto rodado	100 %		80 %			
Arena			20 %			
Aluvión				100 %	100 %	
Roca						
Distancia actual desde la orilla del agua	0.00 m		8 m	20 m	2.0 m	
Altura por encima del agua	- 0.10 m		1.7 m	1.7 a 14 m	15.0 m	
Estrato superior	Forma de vida			Árbol	Árbol	
	Especie dominante			<i>Populus acuminata</i>	<i>Salix</i> y <i>Populus</i>	
	Altura y cobertura					
Estrato medio	Forma de vida		Arbusto	Arbusto árbol	Árbol y Arbusto	
	Especie dominante		<i>Hymenoclea monogyra</i>	<i>Prosopis glandulosa</i>	<i>Prosopis glandulosa</i> y <i>Acacia farnesiana</i>	
	Altura y cobertura					
Estrato inferior	Forma de vida	Hierba	Hierba	Hierba	Hierba	
	Especie dominante	<i>Marsilea mollis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	
	Altura y cobertura					

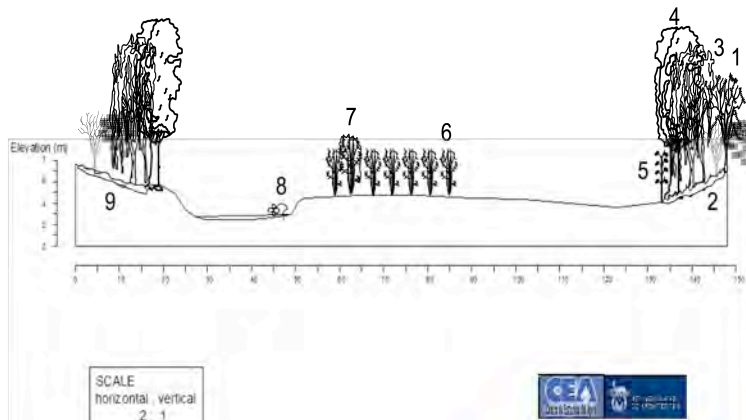
Listado de especies vegetales. En rojo las exóticas y en el relleno celeste las acuáticas obligadas

Familia	Nombre científico	nombre comun	VM5
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	12
Asteraceae	<i>Baileya multirradiata</i>	Telempacate	6
Asteraceae	<i>Hymenoclea monogyra</i>	Técota	46
Berberidaceae	<i>Berberis gracilis</i>	Agrito	3
Brassicaceae	<i>Descurainia pinnata</i>	Pamitón	8
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	22
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum aff demersum</i>	Cola de Borrego	X
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	3
Hydrophyllaceae	<i>Nama hispidum</i>		7
Koerberliniaceae	<i>Koerberlinia spinosa</i>	Corona de cristo	1
Marsileaceae	<i>Marsilea mollis</i>		X
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i>		3
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	8
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	X
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton aff. Pectinatus</i>		X
Ranunculaceae	<i>Clematis drummondii</i>	Barbas de Chivo	4
Salicaceae	<i>Populus x acuminata</i>	Alamillo	4
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	6
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	X
Solanaceae	<i>Nicotiana trigonophylla</i>		12
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	1
Ulmaceae	<i>Celtis reticulata</i>		1
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>		2











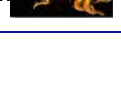
## Sección Transversal Botánica

- Sitio VM5, San Pedro de Conchos.

- *Parkinsonia aculeata* 1
- *Prosopis glandulosa* 2
- *Salix taxifolia* 3
- *Populus acuminata* 4
- *Nicotiana glauca* y *N. trigonophylla* 5
- *Hymenoclea monogyra* 6
- *Baccharis glutinosa* 7
- *Marsilea mollis* 8
- *Cynodon dactylon*



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS


























Cuadro 17.5. Listado de especies del sitio VM5 San Pedro de los Conchos									
Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. Trófica	Hábitat	Imagen
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Derovatellus</i>		5	A			SW/CB	
Diptera	Chironomidae			1	L	6	GC	BU	
	Tabanidae			17	L	8	PR	SP/BU	
Ephemeroptera	Baetziidae	<i>Procladius</i>		28	L	4	OM/GC	SW/CN	
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Abedus</i>		6	A	9.8	PR	CB/SW	
	Corixidae	<i>Graptocorixa</i>		1	A	5-10	PR	SW	
	Gerridae	<i>Limnoporus</i>		1	A	5	PR		
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		1	A	5	PR	CB/SW	
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>		2	A	5	PR	CB/SW	
	Nepidae			5	L		PR		
Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i>		1	L	6	PR	CB	

**Tolerancia:** PA=Parasite, PR=Predator, OM=Omnivore, GC=Gatherer/Collector, FC=Filter/Collector, SC=Shredder/Collector, SH=Shredder, PI=Piercer. **Hábitat:** CN=Clinger, CB=Climber, SP=Sprawler, BU=Burrower, SW=Swimmer, DV=Diver, SK=Skater

## PECES

Cuenta con una especie en peligro y 3 amenazadas, 2 de ellas endémicas.

**Cuadro 18.5. Listado de especies del sitio VM5 San Pedro de Conchos**

Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Hábitat	Imagen	Imagen
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardinita mexicana	T		N	Corriente Lenta		
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinus</i>	Matalote chuine	T		N			
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	Carpita roja	T		N			
	<i>Campostoma ornatum</i>	Rodapiedras mexicano	T		N	Poca profundidad		
	<i>Codoma ornata</i>	Carpita adornada	T		N	Poca profundidad		
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	T		I	Poca profundidad		
	<i>Dionda</i> grupo <i>episcopa</i>	Carpa obispa	S	P*	E	Poca profundidad		
	<i>Notropis chihuahua</i>	Carpita chihuahuense	S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Pimephales promelas</i>	Carpita cabeza	T		N	Poca profundidad		
	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Carpita rinconera	T		N	Poca profundidad		
Poeciliidae	<i>Gambusia senilis</i>	Guayacón del Bravooko	S	A*	N	Poca profundidad		
	<i>Gila pulchra</i>	Carpa del Conchos	S	*	N	Poca profundidad		
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon eximius</i>	Cachorrito del Conchos	S	A*	N	Poca profundidad		
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Pez sol	T		N/Ex	Poca profundidad		
Chiclidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia mossambica	T		I			

### Habitat integrity

Modifier	Description	Instream			Riparian			Score	
		Class	Score	Weight	Class	Score	Weight	Instream modifier	Riparian modifier
Water Extraction	Surface extraction	Low	3	14	Low	3	12	2	1
Flow modification	Without impact	Low	1	13	Low	1	11	1	0
Bed modification	Low sedimentation rates	Moderate	6	13				3	
Channel modification	Erosion in the banks	Moderate	6	13				Moderate	
Water quality modification	Salinity	Moderate	10	14	Low	4	12	6	2
Inundation	Low	Low	5	10	Low	5	10	2	2
Exotic macrophytes	no exotic	Low	0	9				0	
Exotic aquatic fauna	3 exotic	None	3	8				1	
Solid Waste Disposal	No wastes	None	0	6	None	0	6	0	0
Vegetation removal	Low				Low	4	13		2
Exotic vegetation encroachment	3 exotics				Moderate	7	12		3
Bark erosion	moderate				Moderate	6	14		3
<b>Score</b>								<b>83</b>	<b>83</b>
<b>Class</b>								<b>B</b>	<b>B</b>

## Ecological importance and sensitivity

Determinant	Motivations	Vegetation	Motivations	Invertebrates	Motivations	Fish
Endangered biota	None	0	None	0	4 endangered species Very high	4
Rare biota	None	0	One	2	5 rare spp. High	4
Unique biota	None	0	None	0	2 endemic. High	4
Intolerant biota					5 non tolerant. High	4
Species/taxon richness	24 species. Moderate	2	10 species Moderate	2	15 spp. High	4
Diversity of aquatic habitats types of features	Homogeneous	1	Moderate	2	Moderate	2
Refuge value of habitat types	Moderate	2	Moderate	2	Moderate	2
Sensitivity of habitat to flow changes	Moderate	2	High	3	Moderate	2
Sensitivity to flow related water quality changes	Low	1	High	3	Moderate	2
Migration route for Instream and riparian biota	High	3	High	3	High	3
Protected area	Moderate	2	Moderate	2	Moderate	2
Sensitivity		Moderate		Moderate		High

## Ecological Management Class (EMC)

PES:B

Discipline	EMC	Motivations	Objectives	Indicators
Fish	B	Adequate fish assemblage.	Maintain the fish diversity.	: <i>Cycleptus</i> , <i>Scartomyzon</i> , <i>Rhinichthys</i> , <i>Macrhybopsis</i> , <i>Ictiobus</i> , <i>Carpiodes</i> . Recovery of: <i>Scartomyzon</i> ,
Invertebrates	B	Present ecological state is B and overall objective is to maintain the same state. The ecological importance and sensitivity for invertebrates is moderate but pour diversity of species and no sensitive species, so there is a need to increase the diversity of invertebrate community.	To improve the present diversity in marginal habitats and to improve the habitat of stones in running water in order to encourage re-colonization of invertebrates in this habitat and increases diversity.	To ensure abundant population of hypsychid trichoptera, (net spinning caddisflies), Simuliidae, and possibly Plecoptera, (stoneflies).
Vegetation	B	Present state of the riparian habitat is C class. The ecological importance and sensitivity rating for the riparian zone is moderate and therefore there is no important reason for improvement from a flow point of view. The objective is to maintain a C class.	To provide a diversity of flows that will encourage the full diversity of riparian species and provide conditions for all their life stages.	To ensure the germination and survival of an abundant population of <i>Salix</i> and <i>Populus</i> seedlings, by providing flows into the riparian zone a least twice a year.
Geomorphology	B	Maintain the present conditions	To maintain the river channel	Mantener el grado de sinuosidad presente en el cauce en del río, Porcentaje de isletas u otras formaciones dentro del río recolonizadas con vegetación
Water quality	B	Maintain the present conditions	Maintain the present conditions	Conductivity Salinity



### Recommended environmental flows

	EMC	Drought		Maintenance	
		Low	High	Low	High
Geomorphology					
Discharge		0.2	1.0	2.7	8.4
Depth		0.27	0.7	1.02	1.48
Velocity		0.06	0.10	0.12	0.15
Fish	B				
Discharge		0.6	1	1	2.6
Depth		0.2	0.7	0.7	1
Velocity		0.056	0.1	0.1	0.12
Inver/Veg	B				
Discharge		0.3	0.45	0.45	1.45
Depth		0.3	0.5	0.5	0.8
Velocity		0.062	0.072	0.072	0.11

### Flow motivation forms

Flow motivation forms for drought

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.27	0.06

Reasons for recommending this flow:

Considerando que un flujo en años secos no influye de manera positiva en los aspectos geomorfológicos, por lo tanto se deberá considerar como prioritario el flujo recomendado por especialistas en aspectos biológicos (invertebrados acuáticos, vegetación ribereña)

Consequences of not providing this flow:

- Sediment deposition on the river bed.
- Cloudiness
- Decrease the water quality



FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology		Rodrigo de la Garza
Month: September		High flow Drought
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.0	0.70	0.1

Reasons for recommending this flow:

Considerando que un flujo en años secos no influye de manera positiva en los aspectos geomorfológicos, por lo tanto se deberá considerar como prioritario el flujo recomendado por especialistas en aspectos biológicos (invertebrados acuáticos, vegetación ribereña)

Consequences of not providing this flow:

- Sediment deposition on the river bed.
- Cloudiness
- Decrease the water quality

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras
Month: February		Low flow Drought
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.06	0.2	0.052

Reasons for recommending this flow:

This flow insures that the fish assemblage survives through the standard drought times.

Consequences of not providing this flow:

These flows are the minimum that may support indefinitely the fish assemblage.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras
Month: September		High flow Drought
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.0	0.70	0.1

Reasons for recommending this flow:

This flow insures that the fish assemblage that requires medium depths will have their minimal requisites covered. Also, new habitats are kept open for juveniles

Consequences of not providing this flow:

These flows are the minimum that may support indefinitely the fish assemblage, preserving their habitats, and insuring food supply.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates		Raúl Garza	
Month: February		Low flow Drought	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
0.3	0.3	0.062	

Reasons for recommending this flow:

This flow maintains a perennial condition of the river and will maintain the survival conditions of invertebrate community during the driest part of a drought.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, there will be only standing water habitats.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates		Raúl Garza	
Month: September		High flow Drought	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
0.45	0.5	0.072	

Reasons for recommending this flow:

Almost fills the active channel and provides an increase in the marginal habitat and wider in-channel areas.

Consequences of not providing this flow:

Reduced in-stream and marginal habitats

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Month: February		Low flow Drought	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
0.3	0.3	0.062	

Reasons for recommending this flow:

This flow keeps moisture in the roots of vegetation and riparian habitat.

Consequences of not providing this flow:

Drying the riparian zone.



FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation		Raúl Garza	
Month: September		High flow Drought	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
0.45	0.5	0.072	

Reasons for recommending this flow:

To maintain perennial flow and in consequence, ensure the reproduction of riparian vegetation and encourage the germination of seeds and survival of seedlings

To maintain reasonable area of wetted riparian habitat.

Consequences of not providing this flow:

Riparian vegetation does not have conditions to develop phenological stages.

Flow motivation forms for maintenance

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology		Rodrigo de la Garza	
Month: February		Low flow maintenance	
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s	
8.4	1.48	0.15	

Reasons for recommending this flow:

Considerando que un flujo en años secos no influye de manera positiva en los aspectos geomorfológicos, por lo tanto se deberá considerar como prioritario el flujo recomendado por especialistas en aspectos biológicos (invertebrados acuáticos, vegetación ribereña)

Consequences of not providing this flow:

Sediment deposition on the river bed.

- Cloudiness
- Decrease the water quality



FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology		Rodrigo de la Garza
Month: September		High flow maintenance
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
22.2	2.0	0.22

Reasons for recommending this flow:

- Los flujos aquí recomendados sirven para mantener el cauce del río libre a través de la remoción de material sedimentado, principalmente en la zona central del cauce.

Consequences of not providing this flow:

- Sediment deposition on the river bed.
- Cloudiness
- Decrease the water quality

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras
Month: February		Low flow maintenance
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.0	0.70	0.1

Reasons for recommending this flow:

This flow insures that the fish assemblage that requires medium depths will have their minimal requisites covered. Also, new habitats are kept open for juveniles.

Consequences of not providing this flow:

These flows are the minimum that may support indefinitely the fish assemblage, preserving their habitats, and insuring food supply.

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish		Salvador Contreras
Month: September		High flow maintenance
Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
2.6	1.0	0.12

Reasons for recommending this flow:

This flow insures that the fish assemblage that requires shallow pools, will have their optimal requisites covered. Also, new habitats are kept open for juveniles. There will be more opportunities to food gathering areas.

Consequences of not providing this flow:

These flows are the minimum that may support indefinitely the fish assemblage, preserving their habitats, and insuring food supply.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.45	0.5	0.072

Reasons for recommending this flow:

Almost fills the active channel and provides an increase in the marginal habitat and wider in-channel areas.

Consequences of not providing this flow:

Reduced in-stream and marginal habitats.

FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: September	High flow maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.45	0.8	0.11

Reasons for recommending this flow:

Provides an abundance of benthic habitat and reasonable marginal habitat. Although the average velocity is low, there should be higher velocity in the active channel, sufficient to encourage colonization by flow sensitive species.

Consequences of not providing this flow:

Reduced benthic and marginal habitats. Insufficient velocities to maintain flow sensitive species.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.45	0.5	0.072

Reasons for recommending this flow:

To maintain perennial flow and in consequence, ensure the reproduction of riparian vegetation and encourage the germination of seeds and survival of seedlings  
To maintain reasonable area of wetted riparian habitat..

Consequences of not providing this flow:

Riparian vegetation does not have conditions to develop phenological stages



FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: September	High flow maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.45	0.8	0.11

Reasons for recommending this flow:

Provides more moisture to macro channel bed with more cover of riparian vegetation and increase the grasses species. Also maintain the perennial condition of the river with higher percentage of germination and survival seedlings.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided the phenological stages will not develop.

**Recommended Floods**

Maintenance

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish	Vegetation	Invertebrates
10-20	(4 events 3 days each) yearly	Monthly	Once every two months in dry season and once at month in wet season. 9 events	Once every two months in dry season and once at month in wet season. 9 events
20-50	3 events per year	6 events (raining and snow melt seasons)		
50-80	Once at year	Once at year	Once at year	
>100	One every two years	Once every two years		

Drought

m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish-inv
10-30		3 in wet season
30-50		Once a year



Flow motivation forms for floods

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

	Floods
--	--------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
NA	NA	NA

Reasons for recommending this flow:

10-20 m<sup>3</sup> / sec – Common throughout the year (12 days a year; 4 events of 3 days)  
 20-50 m<sup>3</sup> / sec – Common throughout the year (3 times per year)  
 50-80 m<sup>3</sup> / sec – once per year  
 80-100 m<sup>3</sup> / sec – once every 2 years  
 > 100 m<sup>3</sup> / sec – NAD

- Mantener las condiciones actuales de sanidad geomorfológica ya que el área se encuentra libre de material fino (arcilla)
- Las avenidas de 80-100 metros cúbicos, que ocurren 1 vez cada 2 años, serían de suma importancia ya que con este flujo tiende a recuperarse el cauce natural del río al remover el material, principalmente depositado en el centro del cauce.

Consequences of not providing this flow:

--

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

	Floods Maintenace
--	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
21.8	2.0	0.218

Reasons for recommending this flow:

With this flow a wide shallow area would be maintained, with shallow pools and flat areas, that would provide plenty of food and breeding spaces. Continuity between pools would be maintained, also providing paths to migrations..

Consequences of not providing this flow:

There would be shortage of breeding and foraging grounds, provoking diminution of the fish assemblage.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

	Floods Maintenance
--	--------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
10-20		

Reasons for recommending this flow:

Invertebrate community needs a flood of 10-20 m<sup>3</sup>/s once every two months in dry season and once a month in a wet season. Nine events per year.

A flood of this size provides maximum depth between 1.55 and 1.95 meters. This is sufficient to fill the macro channel providing abundant habitat and reasonable velocities.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the reproduction rate could be maintain in the same level or less and maybe reduce the population and the environmental services.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

	Floods Maintenance
--	--------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
10-20		

Reasons for recommending this flow:

10-20 m<sup>3</sup>/s

Riparian vegetation needs a flood of 10-20 m<sup>3</sup>/s once every two months in dry season and once a month in a wet season. Nine events per year.

A flood of this size provides maximum depth between 1.55 and 1.95 meters. This is sufficient to fill the macro channel and inundate the marginal vegetation on both sides of the channel.

50-80 m<sup>3</sup>/s

Riparian vegetation needs a flood of 50-80 m<sup>3</sup>/s once a year.

This will inundate the entire riparian zone providing silt and nutrients encouraging seeds dispersal and germination.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the reproduction rate could be maintain in the same level or less and maybe reduce the population and the environmental services.

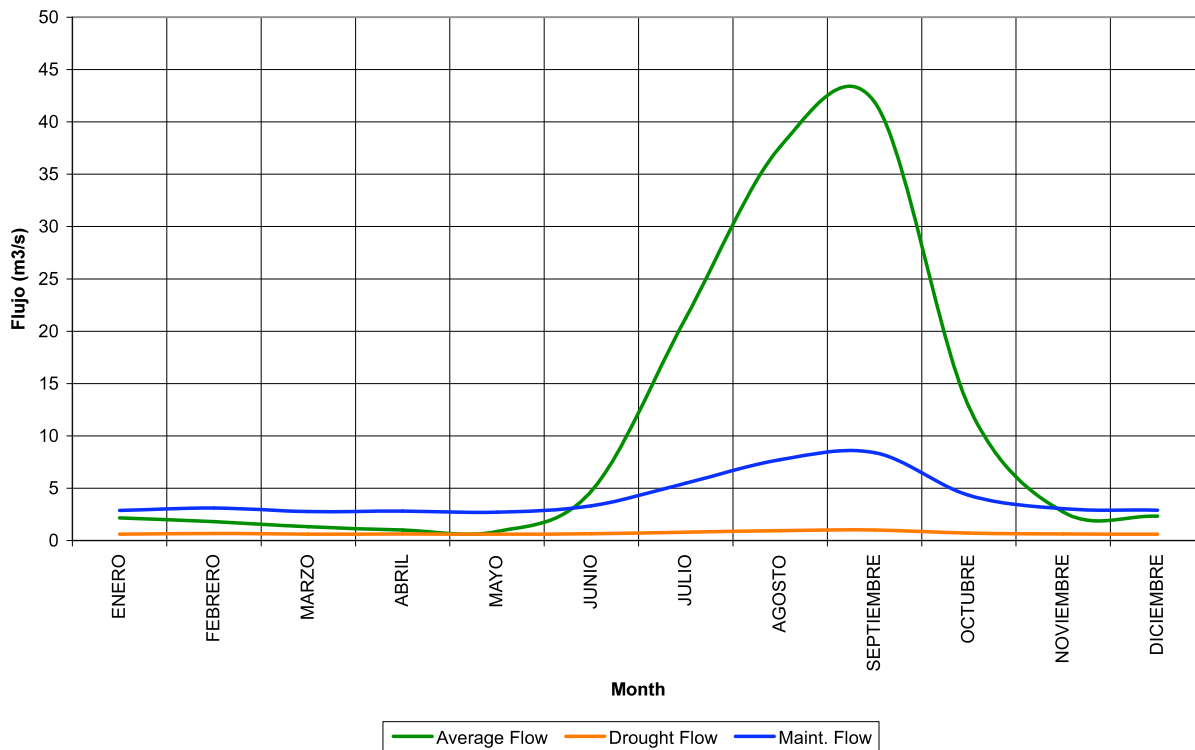
## BBM

### RECOMMENDED ANNUAL ECOLOGICAL VOLUMES

CONDITION	ANNUAL VOL. Mm3	% OF MAR	% MA NAT.
DROUGHT LOW	22	6%	6%
MAINT. LOW	130	38%	36%
DROUGHT	12	3%	3%
MAINT. FLOOD	92	27%	25%
TOTAL			
DROUGHT	34	10%	9%
TOTAL MAINT.	222	64%	61%

MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME ( $m^3 \times 10^6$ ) 345  
 MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME - TCEQ ( $m^3 \times 10^6$ ) 364

**Recommended Ecological Base Flows**  
 (blue: maintenance; red: drought; green: present day base flows)



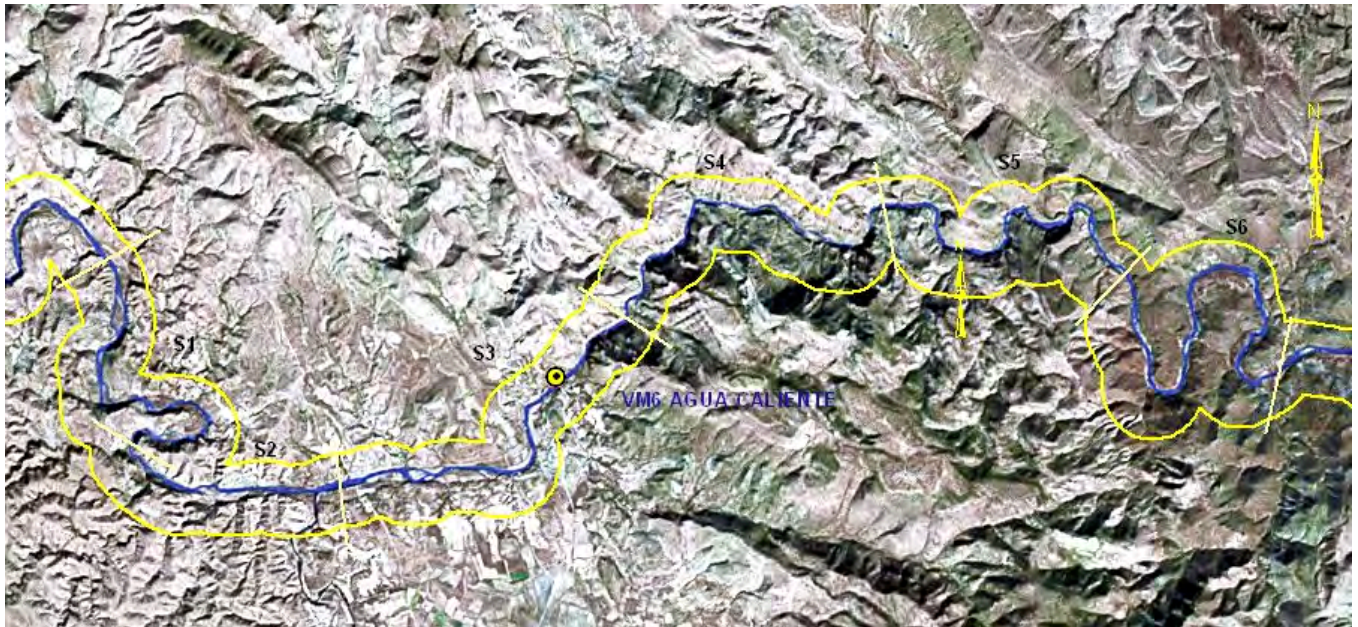
VM5. San Pedro de Conchos	JAN	FEB	MAR	APR	MAY		JUN		JUL		AUG			SEP			OCT		NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>																						
Flow (m <sup>3</sup> /s)	2.88	3.10	2.76	2.81	2.70		3.31		5.49		7.73			8.40			4.34		3.04	2.90		
Depth (m) section																						
FDC % (actual)	33%	31%	35%	34%	35%		29%		21%		17%			16%			24%		32%	33%		
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.64	1.63	1.62	1.61	1.61		1.70		2.11		2.52			2.59			1.90		1.65	1.64	22.2	47
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>																						
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	▲	▲	10-20	10-20	10-20	20-50	10-20	20-50	10-20	20-50	10-20	20-50	50-80	10-20	20-50	>80	10-20	20-50	10-20	▲		
Depth (m) section																						
Duration (days)			3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	5	3	4	7	3	4	3			
FDC % (actual)			11%	11%	11%	6.5%	11%	6.5%	11%	6.5%	11%	6.5%	4%	11%	6.5%	3%	11%	6.5%	11%			
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			1.94	1.94	1.94	6.05	1.94	6.05	1.94	6.05	1.94	6.05	14	1.94	6.05	24.19	1.94	6.05	1.94		92.0	
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>																						
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.61	0.67	0.60	0.62	0.60		0.66		0.79		0.94			1.00			0.71		0.64	0.61		
Depth (m) section																						
FDC % (actual)	88%	86%	88%	87%	88%		87%		82%		77%			75%			84%		87%	88%		
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.64	1.63	1.62	1.61	1.61		1.70		2.11		2.52			2.59			1.90		1.65	1.64	22.2	10
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>																						
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)									10-20		10-20			20-50			10-20					
Depth (m) section																						
Duration (days)									3		3			4			3					
FDC % (actual)									11%		11%			6.5%			11%					
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )									1.94		1.94			6.05			1.94				11.9	

▲ Flood flows of magnitude between 10-20 m<sup>3</sup>/s were required in these months also, but hidrologically not possible, flow regime very low in this season

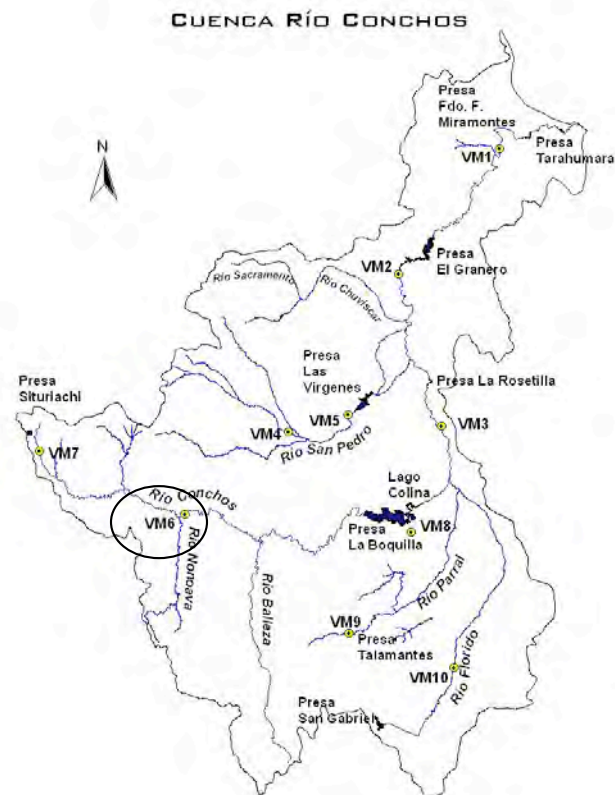
### 3.5. SITIO VM6. AGUA CALIENTE



### Localización



Satellite image VM6. Agua Caliente



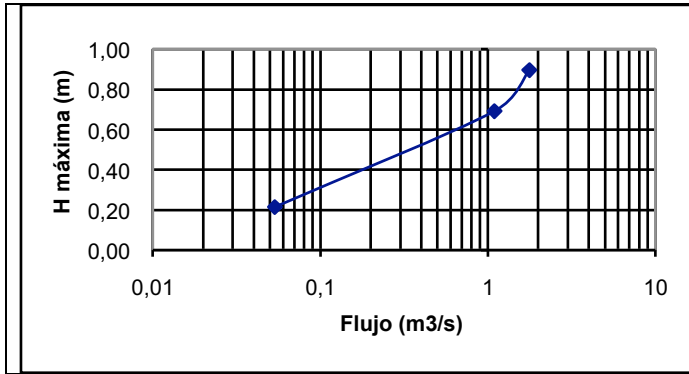
## HIDRÁULICA

Tabulación de los datos observados de la descarga vs. Profundidad del agua y coeficiente de resistencia..

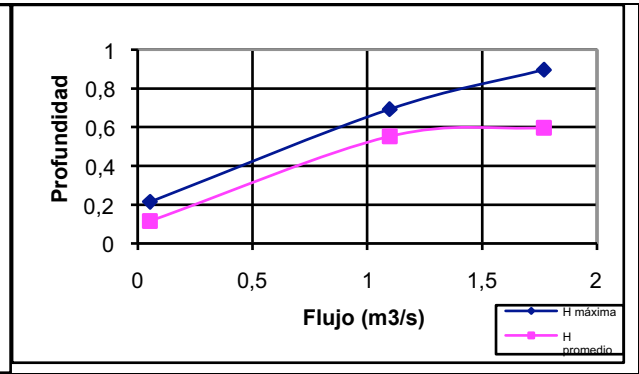
- El formato y datos correspondientes a los datos observados en campo se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1:** Formato para el registro de datos de descarga (Agua Caliente).

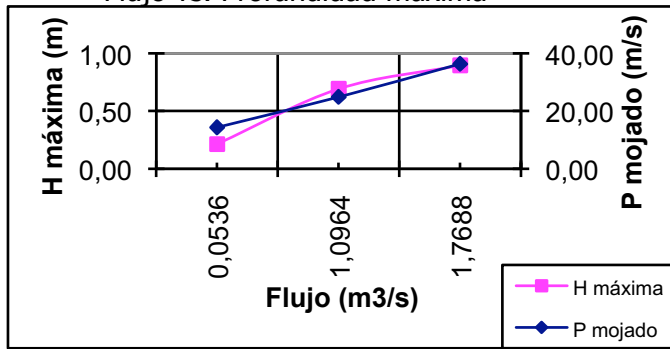
REGISTRO DE CAMPO-AGUA CALIENTE									
								Coef. Rugosidad (n)	0.038
PUNTO VM7									
Descripción	Coordenadas			Profundidad	Velocidad				
	N	E	Z		0.4H	0.2H	0.8H		
BN	77.999	141.098	105.593						
	80.032	137.776	104.059						
**	83.253	133.552	100.130						
	84.522	131.125	100.725	0.6	0.13				
	85.470	127.757	100.648	0.45	0.06				
	87.211	124.014	100.870	0.45	0.11				
	89.001	120.277	100.873	0.4	0.11				
	90.960	117.197	100.975	0.4	0.1				
**	94.655	111.534	101.374						
	96.655	100.888	101.458						
	99.200	101.415	101.598						



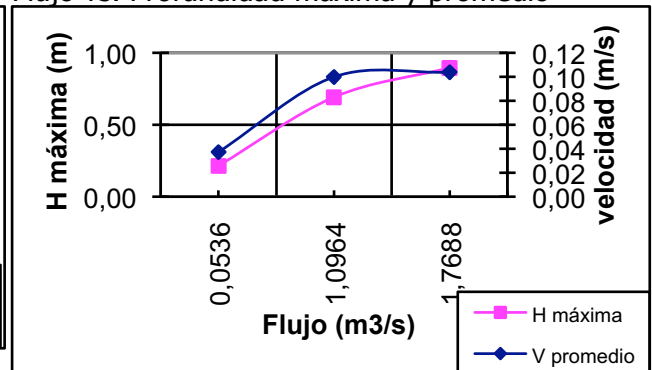
Flujo vs. Profundidad máxima



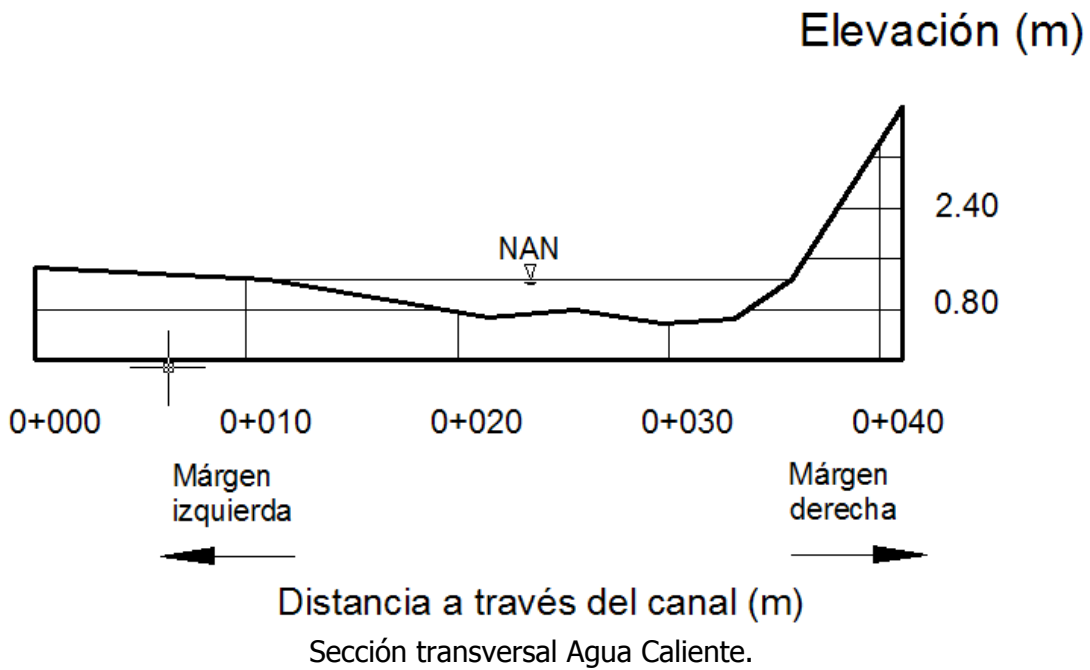
Flujo vs. Profundidad máxima y promedio



Flujo vs. Profundidad máxima y perímetro mojado



Flujo vs. Profundidad máxima y velocidad.



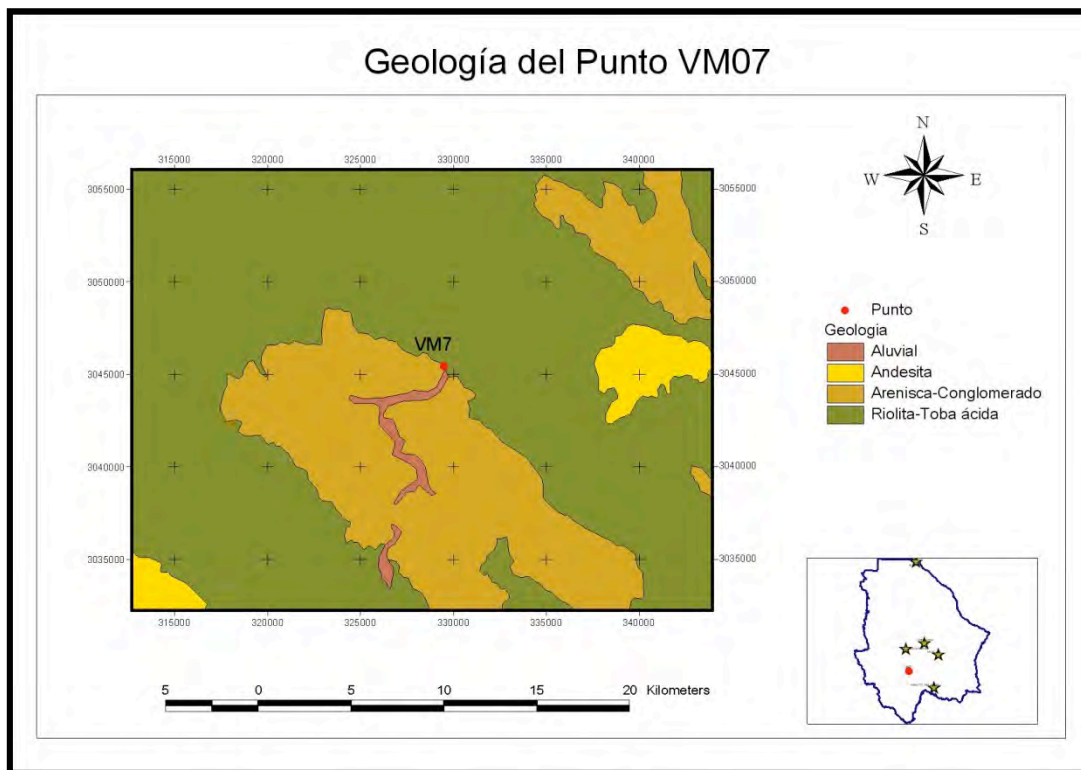
## GEOMORFOLOGÍA

### 1) Localización

La sección VM\_07 se encuentra localizado en el Suroeste del estado de Chihuahua, la zona donde se ubica la sección se encuentra bien comunicada; el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera Estatal que comunica al poblado de San Francisco de Borja, y de ahí comunica al poblado de Nonoava por medio de una terracería.

### 2) Marco Físico

La sección se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, se localiza al oeste de la entidad forma una franja con orientación N-S, se caracteriza por topofomas alargadas en dirección NW-SE y NE-SW.



Plano del Consejo de Recursos Mineros Esc 1: 500000

La sección VM\_07 se encuentra localizada sobre afloramientos de Roca Ignea Riolita-Toba Acida del Cenozoico Terciario; la serie volcánica superior sobreyacen en discordancia angular a la secuencia inferior en forma de una gran mesa subhorizontal que se prolonga a lo largo de la Sierra Madre Occidental. Sobre la cual se encuentra una pequeña porción de suelos aluviales en el cauce del río y arenisca conglomerado rodeando este suelo aluvial.

El punto se encuentra en la parte este de un pequeño valle encañonado con orientación Noroeste-Sureste, en este valle el río Nonoava hace su aportación al río Conchos aguas arriba del punto (4 Km. aproximadamente). El río Conchos presenta una trayectoria sinuosa justo antes de unirse con el río Nonoava y a partir de dicho punto presenta una trayectoria recta para volverse a encañonar en la sierra aguas abajo del punto.

El punto se encuentra a una altitud de 1620 msnm, mientras que las sierras circundante al valle alcanza los 2100 msnm.

La baja densidad de drenaje que se encuentra es de forma dendrítica.

### 3) Descripción del Sitio

El punto de la sección del río Conchos se encuentra en un pequeño vallecito rodeado por Sierras, la sección se localiza a unos cuantos metros aguas arriba de una zona en donde se vuelve a encañonar el río.

Los sedimentos del cauce del río en su parte central en su mayoría son cantos rodados de un diámetro aproximado de 15 a 20 cm. En la parte izquierda del cauce del río se encuentran sedimentos de arena muy fina.

### CALIDAD DEL AGUA

<b>Físicos</b>	<b>MAYO - 05</b>	<b>AGOSTO - 05</b>	<b>ENERO - 06</b>
Conductividad, mS		58	
Sólidos totales, mg/L		5,817	388
Sólidos suspendidos totales, mg/L			8
Sólidos disueltos totales, mg/L			380
Temperatura, °C		20.7	13
Turbidez, utn		853	
Oxígeno Disuelto, mg/L		7.05	
<b>Químicos</b>			
Alcalinidad, mg/L		44	
Arsénico, mg/L		0.003	
Cloruros, mg/L		6.7	6.0
Dureza total, mg/L		40	
Fierro, mg/L		0.009	
Fosfatos tot, mg/L		3.96	0.668
Fosfatos sol, mg/L			0.472
Nitratos, mg/L		0.97	4.086
Nitrógeno Amoniacal, mg/L			0.597
pH		7.1	7.99
Sulfatos, mg/L		12.8	
<b>Biológicos</b>			
Coliformes fecales, # Col / 100 mL		40	
Coliformes totales, # Col / 100 mL		420	
DBO <sub>5</sub> , mg/L		7.95	
<b>Sedimentos</b>			
Sólidos secos, %		95.43	
Sólidos volátiles, %		0.26	

Este sitio fue incluido en el segundo monitoreo. Por lo mismo, el análisis de la información resulta limitado, particularmente con la concentración de sólidos, por ausencia de resultados. En agosto se puede inferir que la mayoría de los sólidos deben ser suspendidos totales, así lo indica la turbidez.

Revisando los resultados obtenidos en agosto, se puede justificar que el agua en este sitio manifiesta muy bajos contenidos de sulfatos, dureza total, cloruros y alcalinidad. Esto justifica la pureza del agua.



Asociado a la calidad del agua, los niveles registrados de nitrógeno amoniacal y de fosfatos totales, son bajos, siendo mayor la concentración de nitratos indicando un efluente nitrificado.

La presencia de colonias bacterianas totales no representa mayor problema sanitario, principalmente por los bajos conteos de coliformes. En síntesis esta corriente de agua manifiesta muy poco impacto y pudiera considerarse como referencia.

## VEGETACIÓN

Tabla 16.2 del manual. Hoja de datos de vegetación.							
Río: Conchos, Subcuenca Conchos alta							
Sitio BBM: VM7-Agua Caliente				Sección transversal botánica: Única			
Tipo de canal: Rápidos y remansos							
Ind. N°	Nombre Especie	Altura (m)	Banco	Posición en Macro Canal	Tipo de substrato superficial	Posición vertical (m)	Posición lateral (m)
1	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.9	Izq.	Banco	Canto rodado	3.7	30.0
2	<i>Baccharis glutinosa</i>	1.9	Izq.	Banco	Canto rodado	3.7	34.0
3	<i>Cynodon dactylon</i>	0.15	Izq.	Banco	Aluvial	2.15	75.0
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	0.20	Izq.	Banco	Aluvial	2.20	76.0
5	<i>Prosopis glandulosa</i>	7.5	Izq.	Banco	Aluvial	10.5	70.0
6	<i>Cynodon dactylon</i>	0.15	Der.	Banco	Aluvial	2.15	0.60
7	<i>Salix taxifolia</i>	8.5	Der.	Banco	Aluvial	10.5	0.80
8	<i>Populus acuminata</i>	10.5	Der.	Banco	Aluvial	12.5	1.3

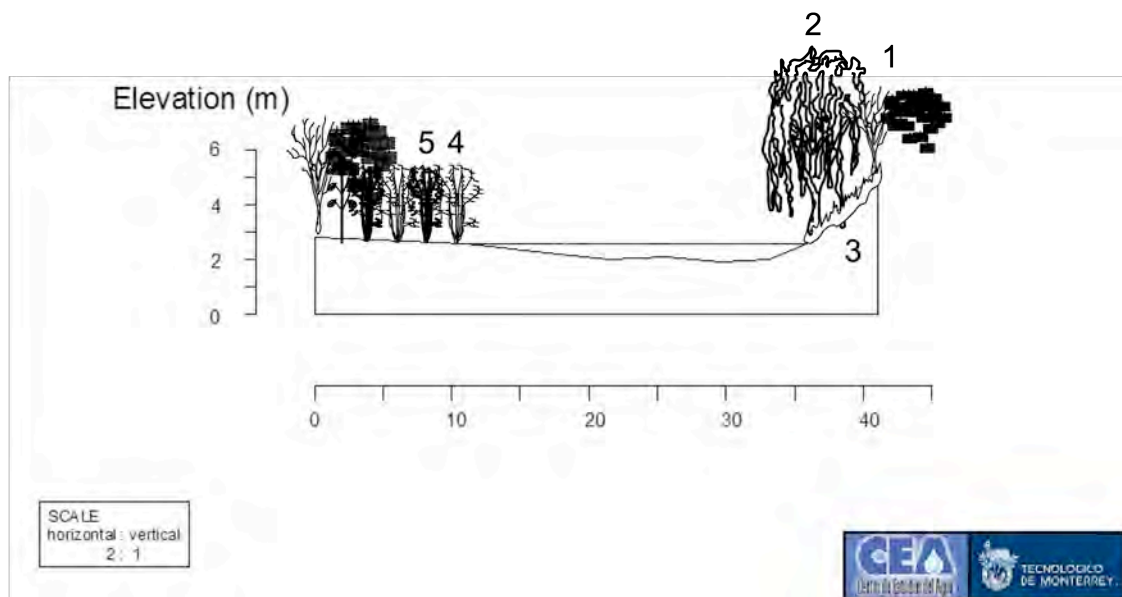
Datos de la vegetación riparia		Colector:		Sitio BBM: VM7		
Nombre del río: Conchos, Subcuenca Conchos alta		Fecha:		Banco: N S E O		
Altitud: 1625		Aspecto:		Geología:		
Latitud: 329410		Longitud: 3045571				
Medidas en metros	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nombre	Acuática	Banco húmedo Juncos	Banco húmedo arbustos	Banco seco zona cercana	Banco seco Arbustos/ Árboles	Banco seco zona alejada
Área muestra			5 X 5	10 X 10	10 X 10	
% de cobertura			10 %	30 %	20 %	
% cobertura hojarasca						
Profundidad del suelo						
Nombre del substrato	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura	% de cobertura
Guijarro						
Canto rodado						
Arena						
Aluvión			100 %	100 %	100 %	
Roca						
Distancia actual desde la orilla del agua			0.00 m	0.60 m	15.0 m	
Altura por encima del agua			0.2 m	0.9 m	3.5 m	
Estrato superior	Forma de vida			Árbol	Arbusto	
	Especie dominante			Salix taxifolia	Juniperus aff. depeanna	
	Altura y cobertura					
Estrato medio	Forma de vida		Arbusto	Arbusto árbol		
	Especie dominante		Baccharis glutinosa	Prosopis glandulosa		
	Altura y cobertura					
Estrato inferior	Forma de vida		Hierba	Hierba	Hierba	
	Especie dominante		Cynodon dactylon y Bouteloua gracilis	Bouteloua gracilis	Bouteloua gracilis	
	Altura y cobertura					

Listado de especies vegetales. En rojo las exóticas y en el relleno celeste las acuáticas obligadas.			
Familia	Nombre científico	nombre comun	VM7
Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachya</i>	Hierba del Caballo	8
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	20
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	3
Pinaceae	<i>Juniperus</i> Aff. <i>depeanna</i>	Junipero	6
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	X
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	X
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>		5
Salicaceae	<i>Populus x acuminata</i>	Alamillo	3
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	8

## Sección Transversal Botánica


- Sitio VM6, Agua Caliente.

- *Prosopis glandulosa* 1
- *Salix taxifolia* 2
- *Cynodon dactylon*, *Bouteloua gracilis* 3
- *Hymenoclea monogyra* 4
- *Baccharis glutinosa* 5
- *Nicotiana glauca* 6



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS



Cuadro 17.6. Listado de especies del sitio VM6 Agua Caliente

Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. Trófica	Hábitat	
Coleoptera	Dytiscidae	Derovatellus		3	A			SW/CB	
	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>		1	A	5-10	PR		
Hemiptera	Corixidae	<i>Graptocorixa</i>		5	A	5-10	PR	SW	
	Corixidae	<i>Neocorixa</i>		6	A	5-10	PR	SW	
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		1	A	5	PR	CB/SW	
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>		1	L	5	PR	CB/SW	
	Notonectidae	<i>Notonecta</i>		1	A		PR	CB/SW	
	Veliidae	<i>Microvelia</i>		1	A	6	PR	SK	
	Veliidae	<i>Microvelia</i>		1	L	6	PR	SK	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>		13	A	6	PR	SK	
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>		1	L	2.8-6.2	PR		
	Corduliidae	<i>Macromia</i>		2	L	2-5	PR	CB/SP	
	Lestidae	<i>Archilestes</i>		7	L	9	PR	CB	
	Libellulidae	<i>Libellula</i>		4	L	8-9.8	PR		
	Gomphidae	<i>Progomphus</i>		3	L	8.7	PR	BU	

## PECES

Una especie en peligro, 3 amenazadas y 1 en protección especial, de estas 4 son endémicas.

**Cuadro 18.7. Listado de especies del sitio VM7 Agua Caliente**

Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Hábitat		
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardinita mexicana	T		N	Corriente Lenta		
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinus</i>	Matalote chuine	T		N			
	<i>Catostomus bernardini</i>	Matalote yaqui	T	Pr	N	Poca profundidad		
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	Carpita roja	T		N			
	<i>Cyprinella panarcys</i>	Carpita del Conchos	S	P*	E			
	<i>Campostoma ornatum</i>	Rodapiedras mexicano	T		N	Poca profundidad		
	<i>Notropis braytoni</i>	Carpita tamaulipeca	S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Notropis chihuahua</i>	Carpita chihuahuense	S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Notropis jemezianus</i>		S	A*	E	Poca profundidad		
	<i>Pimephales promelas</i>	Carpita cabezona	T		N	Poca profundidad		
Poeciliidae	<i>Gila pulchra</i>	Carpa del Conchos	S	*	N	Poca profundidad		
Ictaluridae	<i>Ictalurus furcatus</i>	Bagre azul	T		N	Poca profundidad lodoso		
	<i>Pylodictis olivaris</i>	Bagre piltontle	T		N	Poca profundidad lodoso		
Centrarchidae	<i>Lepomis megalotis</i>		T		N	Poca profundidad		

**Especies de la Norma: P= Peligro de Extinción, Pr= Protección especial, A= Amenazada, E= Endémica, N= Nativa, \* Especies No-Tolerantes, Ex= Exótico, I= Introcida**

### Habitat integrity

Modifier	Description	Instream			Riparian			Score		
		Class	Score	Weight	Class	Score	Weight	Instream modifier	Riparian modifier	
Water Extraction	Surface extraction	Low	1	14	Low	1	12	1	0	
Flow modification	No interrupted	None	0	13	None	0	11	0	0	
Bed modification	Modified	Moderate	8	13	/			4	/	
Channel modification	Modified	Moderate	10	13				Moderate		10
Water quality modification	Salinity	Low	4	14	Low	2	12	2	1	
Inundation	Moderated	Moderate	7	10	Moderate	7	10	3	3	
Exotic macrophytes	1 exotic	Moderate	6	9	/			2	/	
Exotic aquatic fauna	No exotic	None	0	8				0		0
Solid Waste Disposal	Clean	None	0	6	None	0	6	0	0	
Vegetation removal	Vegetation removal	/			High	11	13	/		
Exotic vegetation encroachment	3 exotics				Moderate	9	12			4
Bark erosion	moderate erosion in the banks				Moderate	10	14			6
<b>Score</b>								<b>83</b>	<b>76</b>	
<b>Class</b>								<b>B</b>	<b>C</b>	

## Ecological importance and sensitivity

Determinant	Motivations	Vegetation	Motivations	Invertebrates	Motivations	Fish
Endangered biota	None	0	None	0	3 endangered species Very high	4
Rare biota	None	0	None	0	4 rare spp. High	4
Unique biota	None	0	None	0	2 endemic. High	4
Intolerant biota					4 non tolerant. High	4
Species/taxon richness	16 species	2	16 species Moderate	2	8 spp.	4
Diversity of aquatic habitats types of features	High	3	High (reefs, pools)	3	High	3
Refuge value of habitat types	Moderate	2	High	3	High	3
Sensitivity of habitat to flow changes	Moderate	2	High	3	High	3
Sensitivity to flow related water quality changes	Low	1	High	3	High	3
Migration route for Instream and riparian biota	Low	1	Low	1	Low	1
Protected area	High	4	High	4	High	4
Sensitivity		Moderate		High		Very High

## Ecological Management Class (EMC)

### PES B

Discipline	EMC	Motivations	Objectives	Indicators
Fish	B	Adequate fish assemblage.	Maintain the fish diversity.	: <i>Cycleptus</i> , <i>Scartomyzon</i> , <i>Rhinichthys</i> , <i>Macrhybopsis</i> , <i>Ictiobus</i> , <i>Carpiodes</i> . Recovery of: <i>Scartomyzon</i> ,
Invertebrates	B	Present state of the riparian habitat is C class. The present riparian community is sparse, probably due to removal of trees by the local population. The ecological importance and sensitivity rating for the riparian zone is moderate and therefore there is no important reason for improvement from a flow point of view. The objective is to maintain a C class.	To maintain perennial flow To provide sufficient velocity to encourage invertebrate recolonization of in-channel habitats. To maintain seasonal variability of flows	To ensure abundant population of hydropsychid trichoptera, (net spinning caddisflies), Simuliidae, and possibly Plecoptera, (stoneflies).
Vegetation	B	Present state of the riparian habitat is C class, mainly due to the abundant of exotic species such as Tamarix. The objective is to maintain the C class and provide flows that will encourage re-colonization by native species.	To provide a diversity of flows that will encourage the full diversity of riparian species and provide conditions for all their life stages.	To ensure the germination and survival of an abundant population of <i>Salix</i> seedlings, by providing flows into the riparian zone a least twice a year.  Grasses and reeds requiring constant root moisture and the occasional inundation.
Geomorphology	B	Porque el ambiente geológico es completamente ígneo (estable). Esto propicia que las estructuras del cauce sean firmes. Debido a lo anterior no hay derrumbes en los farallones, existiendo un aporte mínimo de sólidos suspendidos	To maintain flows through this segment of the river so that sediments and alluvial material can be moved/transported downstream to allow bank formation and maintenance of ecological integrity (e.g., creation of fish habitat, consolidation of riparian vegetation).	Espesor de material aluvial depositado. Granulometría del material aluvial depositado. Medición de los volúmenes de flujo .

## Recommended Environmental Flows

	EMC	Drought		Maintenance	
		Low	High	Low	High
Geomorphology					
Discharge					2.4
Depth					0.78
Velocity					0.2
Fish	B				
Discharge		0.25	0.46	0.46	5.3
Depth		0.35	0.5	0.5	0.9
Velocity		0.05	0.06	0.06	0.31
Inver/Veg					
Discharge		0.2	1.18	1.18	5.05
Depth		0.3	0.7	0.7	0.88
Velocity		0.048	0.104	0.104	0.3

Flow Motivations Forms

Flow regimes for drought season

### FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.3	0.35	0.05

Reasons for recommending this flow:

The fish assemblage is relatively rich, including a diversity of preferred habitats that support medium to higher depth species (above 1 meter), clean water, and several sensitive species.

Consequences of not providing this flow:

There would be loss of fish species, due to habitat reduction in size and diversity..

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.42	0.50	0.06

Reasons for recommending this flow:

The fish species needing higher water volumes would be protected. Breeding habitats would be favored, becoming wider or more numerous.

Consequences of not providing this flow:

There would be loss of habitats and fish species, due to habitat reduction in size and diversity. The number of species at risk would go higher. The invader species would have more opportunities to invade the region, damaging the local biodiversity.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.3	0.05

Reasons for recommending this flow:

This flow could maintain the survival conditions of invertebrate community during the driest part of a drought and also maintain a perennial condition of the river.

Consequences of not providing this flow:

If this flow is not provided, there will be only standing water habitats.

Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.0	0.7	0.1

Reasons for recommending this flow:

Lograr la cobertura de los hábitat marginales en el canal activo y se provee una velocidad adecuada para el establecimiento de la comunidad de invertebrados.

Consequences of not providing this flow:

Si no se provee el flujo recomendado se pierde la cobertura de los hábitats marginales y no se logra la inundación suficiente para la colonización de los hábitats marginales.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow Drought
-----------------	------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.2	0.3	0.05

Reasons for recommending this flow:

Este flujo mantendrá la condición perenne del río y con esto se asegura el mantenimiento de las raíces de la vegetación riparia permanente humedecidas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se da este flujo podría la vegetación riparia morir.



Month: September	High flow Drought
------------------	-------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.0	0.7	0.1

Reasons for recommending this flow:

Al mantener este flujo se garantiza la condición perenne del río y se asegura una condición de reproducción de la vegetación riparia y la posibilidad de la germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se da este flujo la vegetación riparia no tendrá las condiciones para desarrollar todas las etapas fonológicas.

Flow regimes for maintenance season

FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
------	--------------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
0.42	0.5	0.06

Reasons for recommending this flow:

The fish species needing higher water volumes would be protected. Breeding habitats would be favored, becoming wider or more numerous.

Consequences of not providing this flow:

There would be loss of habitats and fish species, due to habitat reduction in size and diversity. The number of species at risk would go higher. The invader species would have more opportunities o invade the region, damaging the local biodiversity.

Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.78	0.9	0.105

Reasons for recommending this flow:

The fish species needing higher water volumes would be protected. Breeding habitats would be favored, becoming wider or more numerous. .

Consequences of not providing this flow:

There would be loss of habitats and fish species, due to habitat reduction in size and diversity. The number of species at risk would go higher. The invader species would have more opportunities o invade the region, damaging the local biodiversity.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates	Raúl Garza
---------------	------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.18	0.7	0.104

Reasons for recommending this flow:

Lograr la cobertura de los hábitat marginales en el canal activo y se provee una velocidad adecuada para el establecimiento de la comunidad de invertebrados.

Consequences of not providing this flow:

Si no se provee el flujo recomendado se pierde la cobertura de los hábitats marginales y no se logra la inundación suficiente para la colonización de los hábitats marginales.

Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
5.05	0.88	0.3

Reasons for recommending this flow:

With an average velocity of 0.3 m/s we can assume that there will be some areas with velocities up to or greater than 0.6 m/s. Con la velocidad recomendada se logra la creación del hábitat de rocas y del agua corriente en la parte central del cauce activo. Además de lograr la cobertura del hábitat marginal en el canal activo y se provee una velocidad adecuada para el establecimiento de la comunidad de invertebrados.

Consequences of not providing this flow:

Con estas velocidades aseguramos que se tendrán las condiciones necesarias para lograr la biodiversidad deseada en los hábitats de rocas y de agua corriente.

FLOW MOTIVATION FORMS

Vegetation	Raúl Garza
------------	------------

Month: February	Low flow Maintenance
-----------------	----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
1.18	0.7	0.104

Reasons for recommending this flow:

Al mantener este flujo se garantiza la condición perenne del río y se asegura una condición de reproducción de la vegetación riparia y la posibilidad de la germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se da este flujo la vegetación riparia no tendrá las condiciones para desarrollar todas las etapas fenológicas.



Month: September	High flow Maintenance
------------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
5.05	0.88	0.3

Reasons for recommending this flow:

Provee una mayor cantidad de área riparia humedecida y con la posibilidad de incrementar la cobertura de pastos y vegetación enraizada en el fondo. Además mantiene la condición perenne del río y se asegura una condición de reproducción de la vegetación riparia y la posibilidad de la germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas.

Consequences of not providing this flow:

Si no se da este flujo la diversidad de la vegetación riparia no tendrá las condiciones para desarrollar todas las etapas fonológicas e incrementar su cobertura.

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
---------------	---------------------

Month: February	High flow Maintenance
-----------------	-----------------------

Discharge: m <sup>3</sup> / sec	Depth: m	Average velocity: m/s
2.24	0.78	0.2

Reasons for recommending this flow:

Considerando que un flujo en años secos no influye de manera positiva en los aspectos geomorfológicos, por lo tanto se deberá considerar como prioritario el flujo recomendado por especialistas en aspectos biológicos (invertebrados acuáticos, vegetación ribereña),

Consequences of not providing this flow:

- Ensolvamiento de la cama del río.
- Estrechamiento del cauce activo del río.



### Flood regimes

Maintenace m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish	Vegetation	Invertebrates
5-10		Monthly	Monthly	Monthly
10-30	3 events	6 events (in the rain and snow melt season)	6 events (in the rain and snow melt season)	6 events (in the rain and snow melt season)
30-50	Once a year	Once a year	Once a year	Once a year

Drought m <sup>3</sup> /s	Geom	Fish	Vegetation	Invertebrates
0.2-1		Monthly	Monthly	Monthly
1-5		3 events (snow melt season)	3 events (snow melt season)	3 events (snow melt season)
5-10		Twice a year	Once a year	Once a year

Flow Motivation Forms for Floods  
Flow motivation form for floods

#### FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
	Flood Maintenance

Reasons for recommending this flow:

It would be highly favorable if at least once a month the systems will have floods in the average range of 0.42m<sup>3</sup>/s (0.50 m) and 5.3 m<sup>3</sup>/s (0.7m), because under this situation the healthier fish communities are expected.

With the snow melt and rainy season flood bigger than the previous would be very favorable, within these months (6 months aprox. 6 floods over 5.3 m<sup>3</sup>/s). These flows simulate the natural flow regime of snow melt; warm spring's and rain contributions. The floods are associated to breeding season of the most important biota, allowing the migration and growing season.

Consequences of not providing this flow:

The loss of flood regimes will decrease the fish biodiversity, trough lack of appropriate flows for breeding, growth and migration requirements and participate in bank protection trough vegetation establishment. The banks protection will benefit the habitat diversity trough vegetation growth.



FLOW MOTIVATION FORMS

Invertebrates and vegetation	Raúl Garza
	Flood Maintenance

Reasons for recommending this flow:

El régimen de inundaciones en año de mantenimiento consiste en:  
 Invertebrate community needs a flood of 10-30 m<sup>3</sup>/s once a month to remove and renewal bottom sediments and incorporate more materials. This event provided more habitats to invertebrate community when the flood cause a major width of channel river and increase the reproduction rate. Also cause the dispersion of larval an adult form of invertebrate downstream.

30-50 m<sup>3</sup>/s bimensual.

Regarding a bigger flood the invertebrate community requires a 50-100 m<sup>3</sup>/s once a year in wet season to create habitats out of debris line.

En año seco:

Flujos de 10.30 m<sup>3</sup>/s 3 veces por año y de 30-50 m<sup>3</sup>/s 1 vez por año.

Consequences of not providing this flow:

If not provided this flow the reproduction rate could be maintain in the same level or less and maybe reduce the population and the environmental services

FLOW MOTIVATION FORMS

Geomorphology	Rodrigo de la Garza
	Flood

Reasons for recommending this flow:

10-30 m<sup>3</sup> / sec – 3 eventos (frecuencia) con estas condiciones de flujo la velocidad que se genera es suficiente para transportar los materiales finos como arena pero dejando en la cama del río substratos de gravas.

30-50 m<sup>3</sup> / sec – Una vez por año bajo estas condiciones de flujo es posible el arrastre de gravas.

> 50 – No se hacen recomendaciones con respecto a flujos mayores de 50 metros cúbicos dado que estos pasaran por el sistema de cualquier manera.

Consequences of not providing this flow:

Empty box for consequences of not providing this flow.



FLOW MOTIVATION FORMS

Fish	Salvador Contreras
	Flood Drought

Reasons for recommending this flow:

It would be highly favorable if at least once a month the systems will have floods in the average 5.3 m<sup>3</sup>/s(0.9 m), because under this situation the fish communities can survive under the river conditions, as described above.

These flows simulate the natural flow regime including snow melt (once a year) and warm spring's (gradually) contributions.

The floods are associated to breeding season of the most important biota, allowing the migration and growing season

Consequences of not providing this flow:

The loss flood regimes will decrease the fish biodiversity, trough lack of appropriate flows for breeding, growth and migration requirements and participate in bank protection trough vegetation establishment.

The banks protection will benefit the habitat diversity trough vegetation growth.



**BBM**

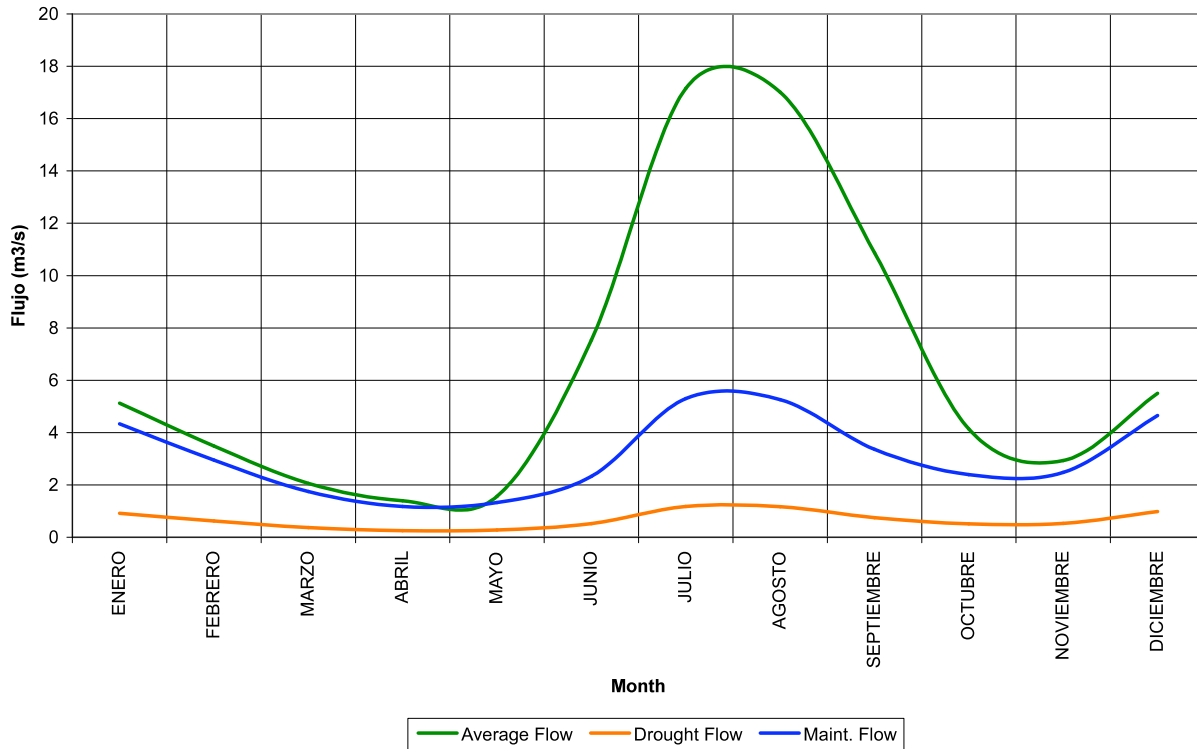
**RECOMMENDED ANNUAL ECOLOGICAL VOLUMES**

CONDITION	ANNUAL VOL. Mm3	% OF MAR	% MA NAT.
DROUGHT LOW MAINT. LOW DROUGHT	21		10%
FLOOD MAINT. FLOOD	33		16%
TOTAL DROUGHT	24		12%
TOTAL MAINT.	123		59%

MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME (m3x10<sup>6</sup>) -  
 MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME - TCEQ (m3x10<sup>6</sup>) 208

*ROUGH ESTIMATES ON FLOODS*

**Recommended Environmental Flows**  
 (blue: maintenance; red: drought; green: present day base flows)



VM6. Agua Caliente	JAN		FEB	MAR	APR	MAY	JUN		JUL		AUG			SEP		OCT	NOV	DEC		TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% MAR	
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>																						
Flow (m <sup>3</sup> /s)	4.33		2.95	1.74	1.18	1.32	2.33		5.30		5.26			3.36		2.39	2.48	4.65				
Depth (m) section																						
FDC % (actual)	<i>Daily flows not ready available. Model in progress</i>																					
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	11.6		7.1	4.7	3.1	3.5	6.0		14.2		14.1			8.7		6.4	6.4	12.5		98.3	47	
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>																						
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	5-10	10-30	▲	▲	▲	▲		5-10	10-30	5-10	10-30	5-10	10-30	30-50	5-10	10-30	5-10	▲	5-10	10-30		
Depth (m) section																						
Duration (days)	3	4						3	4	3	4	3	4	5	3	4	3		3	4		
FDC % (actual)	<i>Daily flows not ready available. Model in progress</i>																					
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0.97	3.46						0.97	3.46	0.97	3.46	0.97	3.46	8.64	0.97	3.46	0.97		0.97	3.46	36.2	17
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>																						
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.92		0.62	0.37	0.25	0.28	0.52		1.18		1.17			0.75		0.51	0.53	0.99				
Depth (m) section																						
FDC % (actual)	<i>Daily flows not ready available. Model in progress</i>																					
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2.5		1.5	1.0	0.6	0.8	1.3		3.2		3.1			1.9		1.4	1.4	2.6		21.3	10	
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>																						
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)	0.2-1		0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	1-5	0.2-1	5-10	0.2-1	5-10		0.2-1	1-5	0.2-1	0.2-1	0.2-1	1-5			
Depth (m) section																						
Duration (days)	2		2	2	2	2	2	3	2	3	2	3		2	3	2	2	2	3			
FDC % (actual)	<i>Daily flows not ready available. Model in progress</i>																					
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0.05		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.17	0.05	0.97	0.05	0.97		0.05	0.17	0.05	0.05	0.05	0.17	3.1	1	

## 3.6. SITIO VMA. VALLE DEL ROSARIO



## Localización

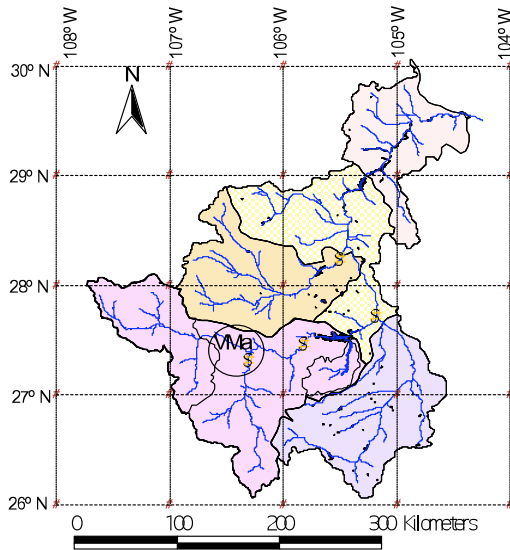


Figura 1. Cuenca río Conchos, localización del sitio de estudio VMa Valle del Rosario.



Imagen 1. Localización del sitio de estudio VMa, en río Balleza.

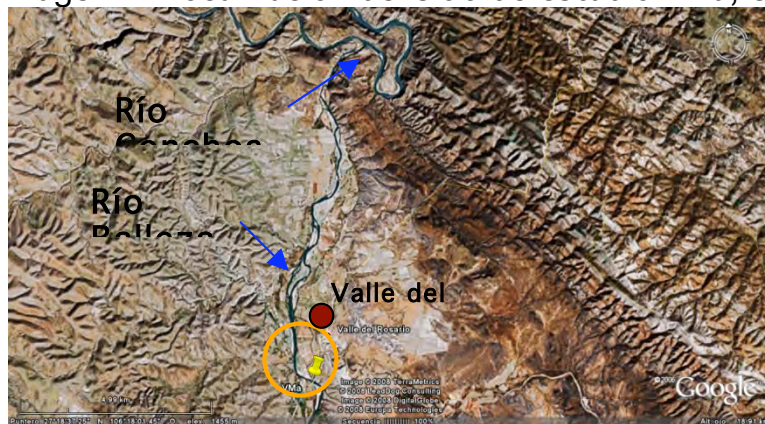


Imagen 2. Localización del sitio de estudio VMa, confluencia con el río Conchos.

## HIDROLOGIA.

### 1) Descripción general

El río Balleza se encuentra en la cuenca río Conchos-Presa Boquilla, la cual se ubica al sur de la entidad y se comparte con los estados Durango y Chihuahua. Esta cuenca cuenta con una superficie aproximada de 21,000 km<sup>2</sup> de los cuales, aproximadamente 19,000 km<sup>2</sup> pertenecen al estado de Chihuahua.

El río Balleza es uno de los principales afluentes del río Conchos y drena una cuenca hidrológica de aproximadamente 8,000 km<sup>2</sup>, teniendo un flujo preferencial de sur a norte. La cuenca del río inicia en el estado de Durango y termina precisamente en la confluencia con el río Conchos.

Las principales poblaciones que se ubican en la cuenca del Río Balleza son San Pedro Balleza, Valle del Rosario, El Tule, Huejotitán, Valle de Olivos, el Vergel, entre otras.

El sitio de interés VMa se encuentra cercano a la localidad de Valle del Rosario en el municipio de Rosario, sobre el Río Balleza a aproximadamente a 10 Km antes de su confluencia con el río Conchos. El río Balleza es utilizado principalmente para riego agrícola y uso pecuario.

El Municipio de Balleza cuenta con los ríos Balleza, Maíz, Humazira, El Porvenir, Urique y Rito.

### 2) Hidrogramas de escurrimientos.

En este punto no existe una estación hidrométrica cercana, la información hidrométrica se construyó con información diaria y mensual de los escurrimientos naturales que entran a la presa La Boquilla, cuyos registros contemplan un periodo de enero de 1970 a diciembre de 2005. Los hidrogramas se obtuvieron mediante la técnica de similitud de cuencas. Este criterio se funda en similitudes climáticas y fisiográficas entre cuencas, para estimar los volúmenes mensuales y anuales en una cuenca, a partir de información registrada en otra (cuenca auxiliar). La expresión usada para hacer la inferencia es la siguiente:

$$V_x = (A_x / A_d) * V_d = F_1 (V_d)$$

Donde:

$V_x$  = volumen anual o mensual estimado en Mm<sup>3</sup>

$A_x$  = área de la cuenca sin datos en Km<sup>2</sup>

$A_d$  = área de la cuenca (auxiliar) de la estación hidrométrica en Km<sup>2</sup>

$V_d$  = volumen de la cuenca (auxiliar) en Mm<sup>3</sup>

$F_1$  = factor de transporte, adimensional

### 3) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

En la figura 3 se presenta la curva de caudal-frecuencia para flujos diarios en un periodo de 1970-2005 en el sitio de interés VMa Valle del Rosario.

#### 4) Histograma de volumen anual.

En la figura 2, se muestra el histograma de volúmenes anuales para el sitio VMa, determinados mediante la técnica de similitud de cuencas apoyándose con los escurrimientos naturales como estradas a la presa La Boquilla.

Del histograma se observa que los años más secos ocurrieron en 1994, 1995 y 1998 mientras que los más húmedos son los años 1981, 1990, y 1991. Los años intermedios o cercanos al valor promedio son 1976, 1985 y 1987.

En las figuras 4, 5 y 6 se presentan los histogramas de volúmenes anuales para 3 años secos, 3 intermedios y 3 húmedos respectivamente en millones de metros cúbicos para un periodo de análisis de 1970-2005.

#### 5) Series de tiempo de flujos diarios.

En las figura 7 se muestra la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años secos, en la figura 8 la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años húmedos.

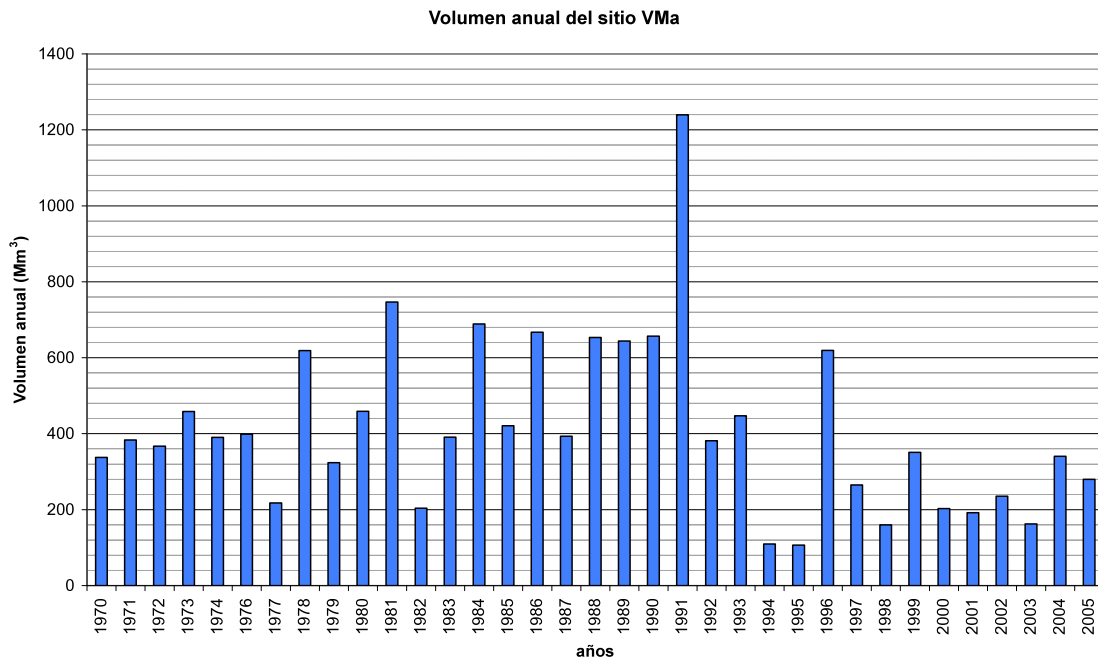


Figura 2. Volúmenes anuales VMa Valle del Rosario, en millones de metros cúbicos, periodo de registros 1970-2005.

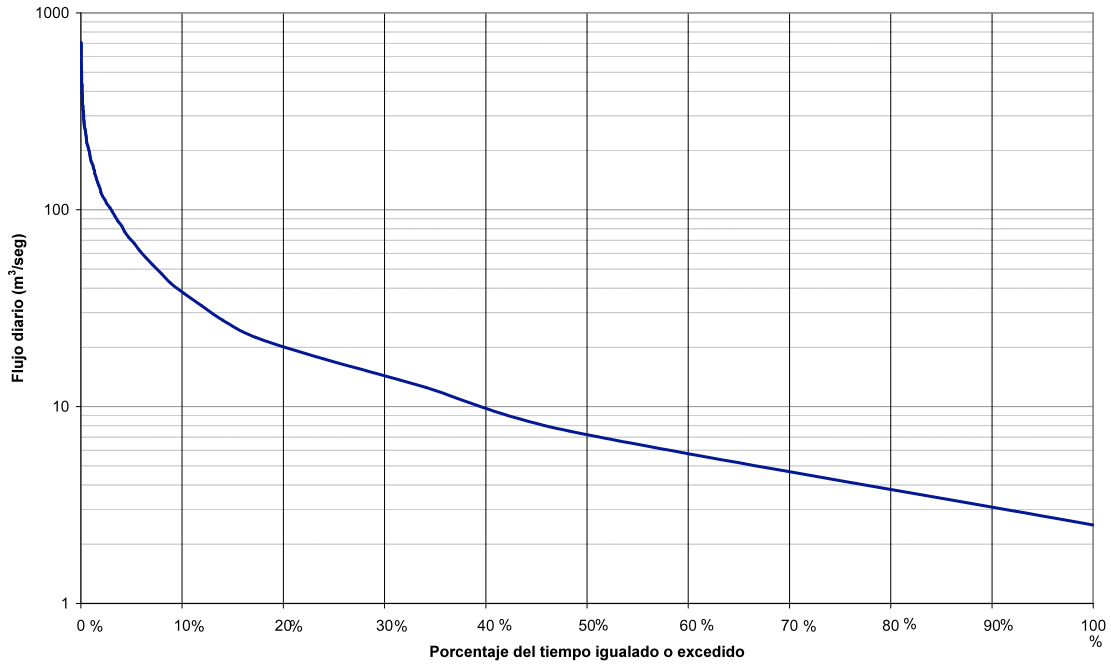


Figura 3. Relación caudal diario-frecuencia VMA Valle del Rosario, para un periodo de registros de 1970-2005.

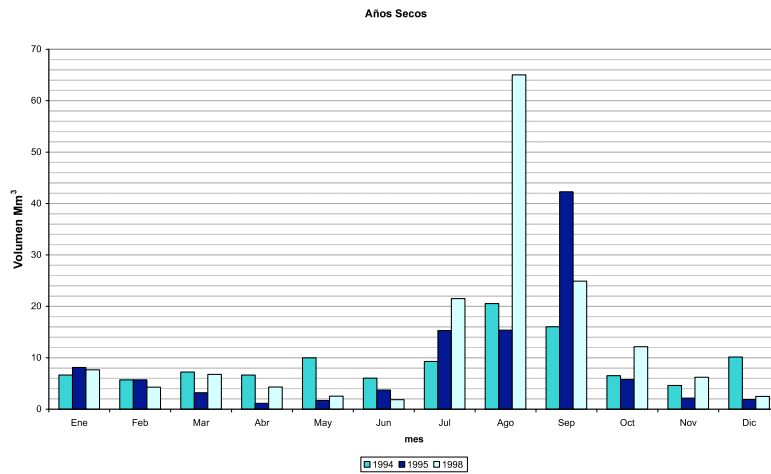


Figura 4. Volúmenes anuales VMA Valle del Rosario, para tres años secos en millones de metros cúbicos.

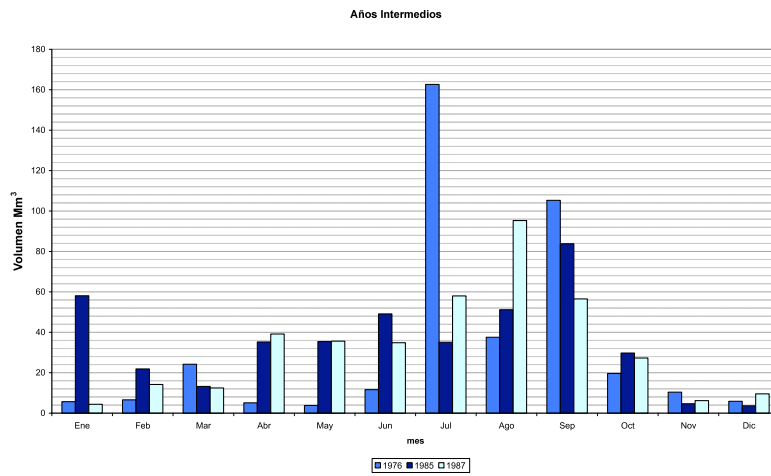


Figura 5. Volúmenes anuales VMa Valle del Rosario, para tres años intermedios en millones de metros cúbicos.

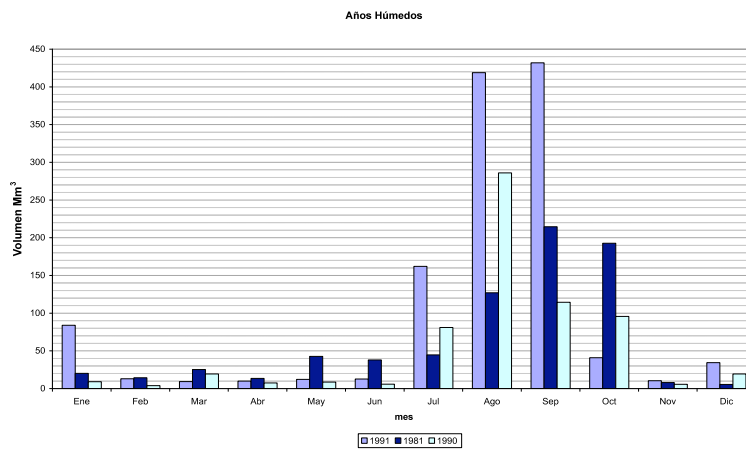


Figura 6. Volúmenes anuales VMa Valle del Rosario, para tres años húmedos en millones de metros cúbicos.

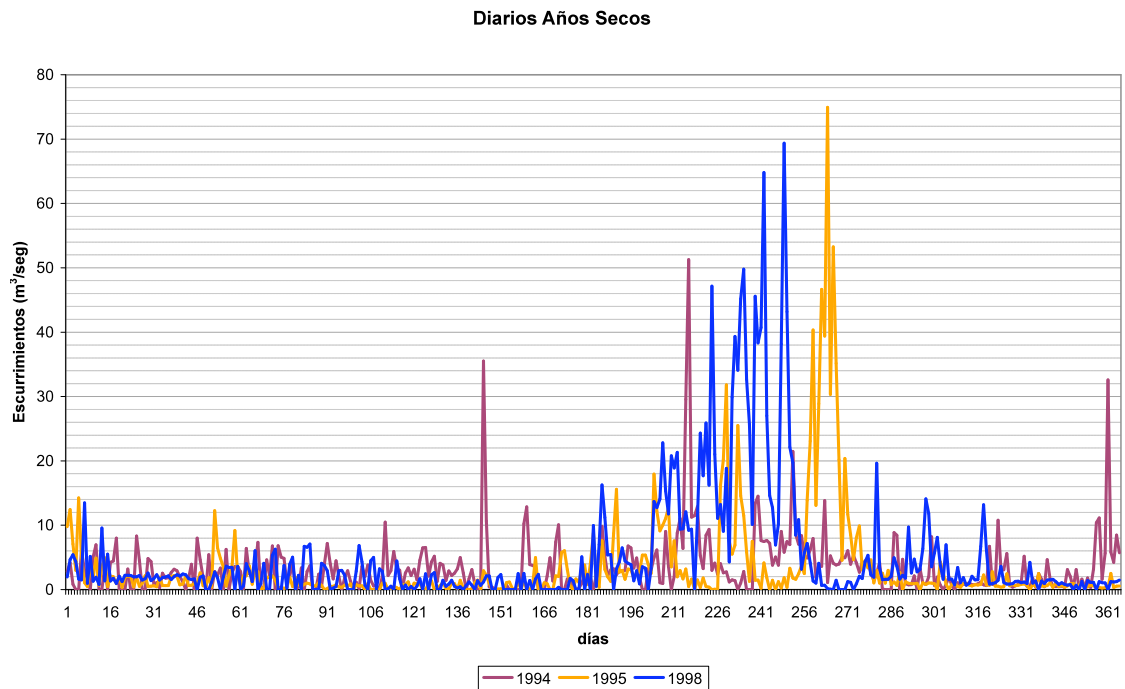


Figura 7. Escurreimientos diarios VMa Valle del Rosario, para tres años secos en metros cúbicos por segundo.

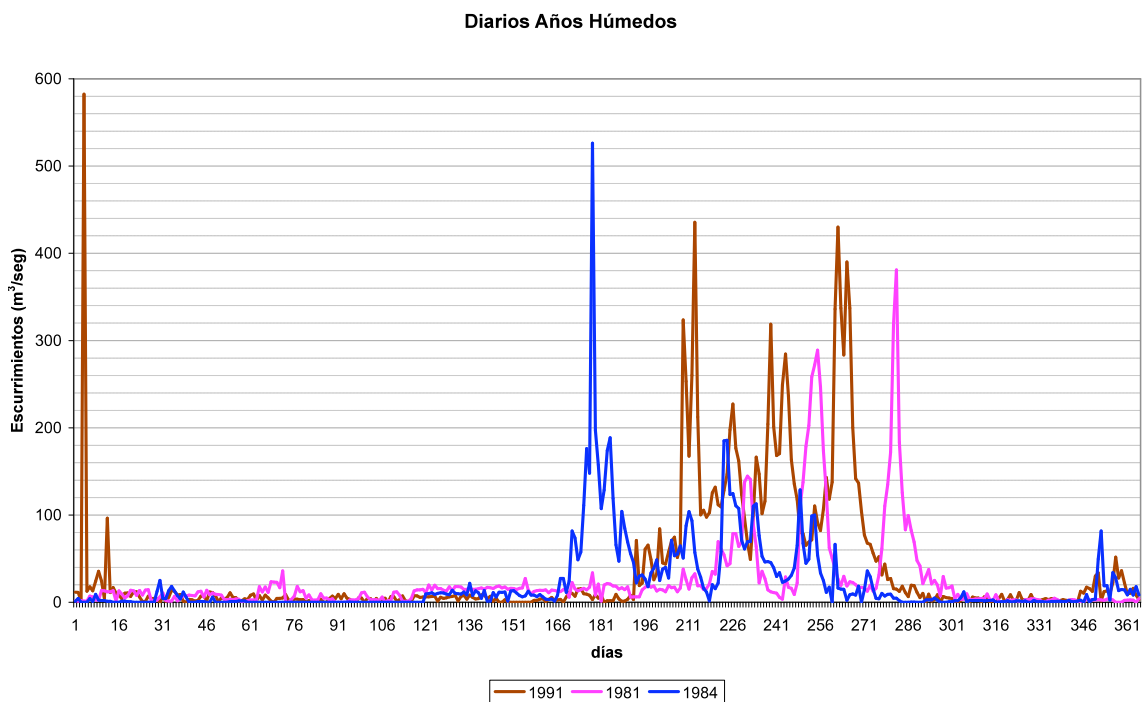
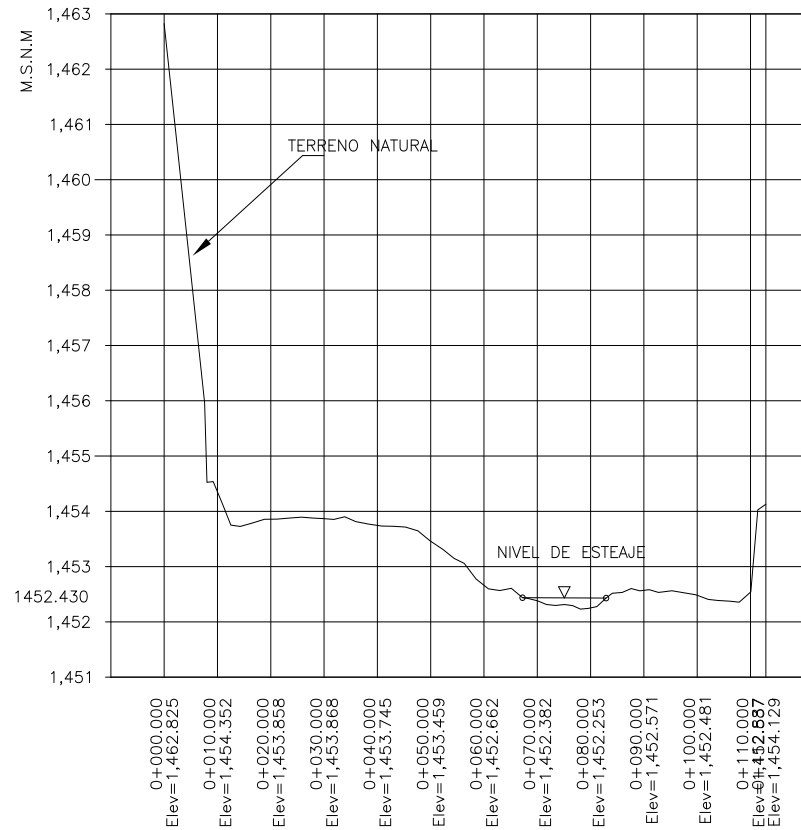


Figura 8. Escurreimientos diarios VMa Valle del Rosario, para tres años húmedos en metros cúbicos por segundo.

# Hidráulica

## Perfil Transversal Río Balleza-Sitio Valle del Rosario

PLANO: PRODUCIDO PARA WORLD WILDLIFE FUND (WWF)  
PROGRAMA MEXICO  
WWF-PROGRAMA DESIERTO CHIHUAHUENSE



RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO

**PERFIL VALLE DEL ROSARIO**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

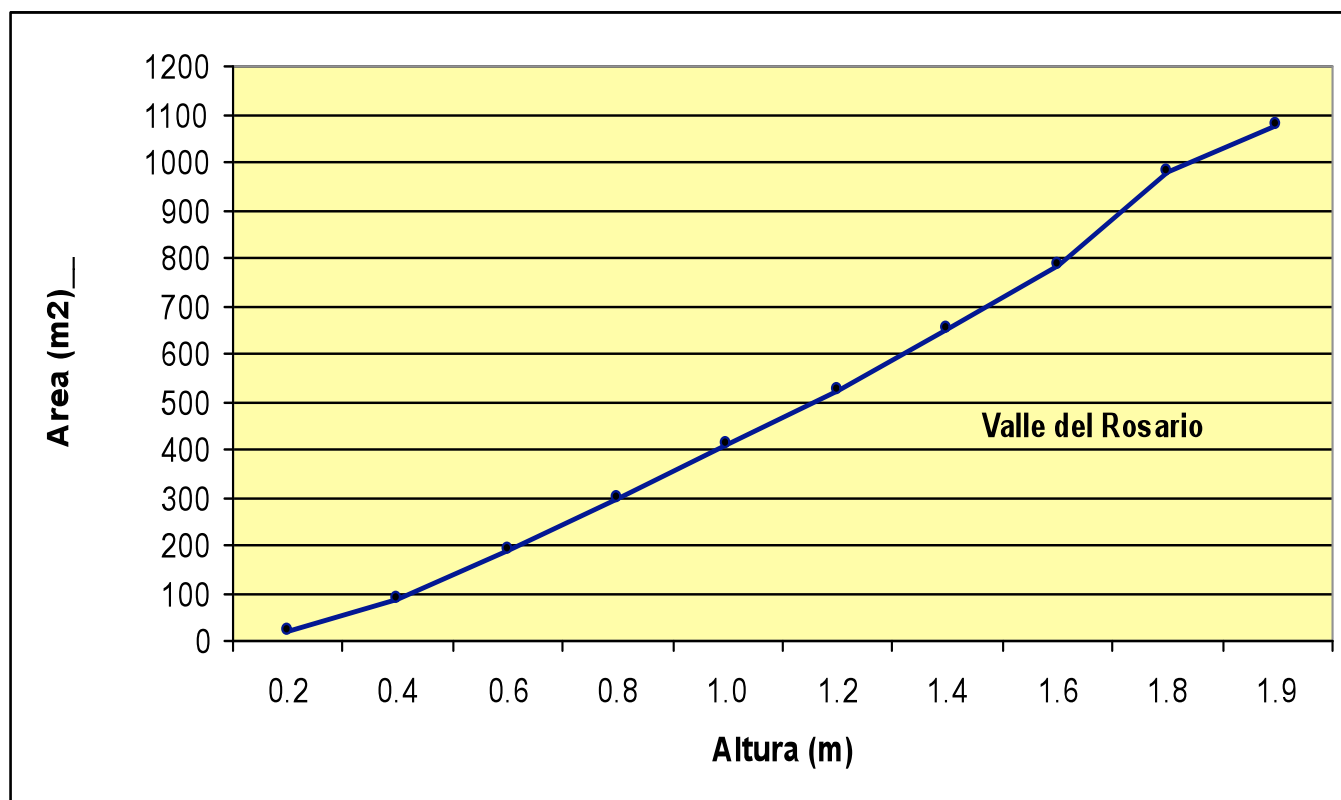
ING. LUIS CARLOS LAZOS HERRERA  
CED. PROF. 2281428  
TEL. (614) 420-94-15

CHIHUAHUA, CHIH. A 04 DE MARZO DEL 2008

## Relación Altura-Área Río Balleza-Sitio Valle del Rosario

### Áreas calculadas con el perfil

No.	ALTURA	AREA	ACUMULADO
1	0.2	17.992	17.992
2	0.4	69.911	87.903
3	0.6	102.179	190.082
4	0.8	106.225	296.307
5	1	111.426	407.733
6	1.2	117.632	525.365
7	1.4	123.609	648.974
8	1.6	138.071	787.045
9	1.8	191.992	979.037
10	1.898	98.986	1078.023



## GEOMORFOLOGIA

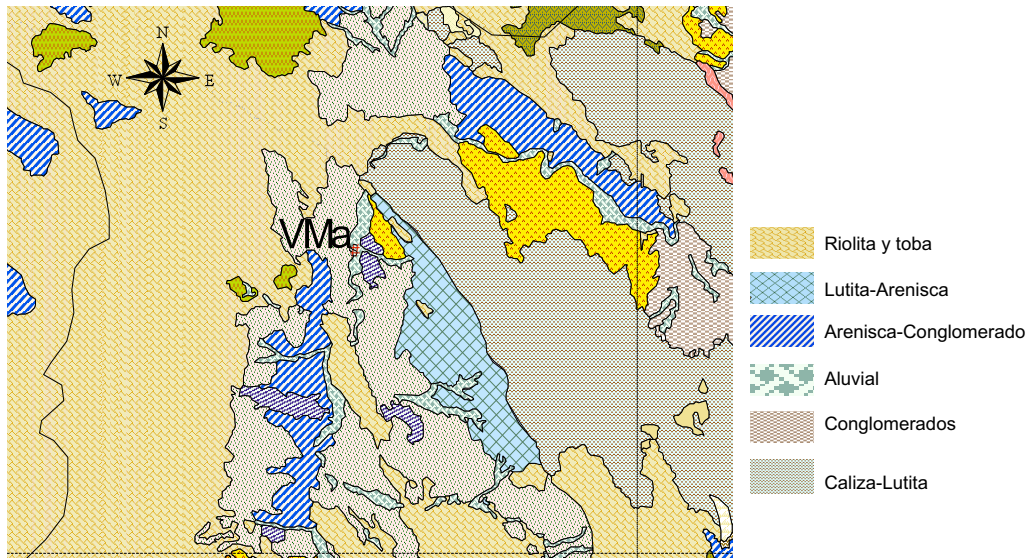
### 1) Localización

La sección de VMa se encuentra al suroeste de la ciudad de Chihuahua, la zona donde se ubica este sitio de estudio se encuentra bien comunicada, el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera Parral-Balleza, para luego continuar por el camino vecinal al poblado el Tule, para finalmente llegar al poblado de Valle del Rosario.

### 2) Marco Físico

La zona del sitio VMa se encuentra localizada sobre suelo aluvial que pertenece al Cuaternario Continental. De la era Cenozoica en donde se incluyen suelos residuales y transportados de poco espesor, sedimentos fluviales formados por corrientes. Los sedimentos están formados por arenas de grano grueso y fino, limos y arcillas.

### Geología del Sitio VMa Valle del Rosario




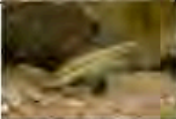
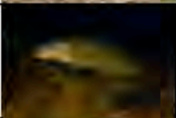





## VEGETACIÓN


COMUNIDAD DE VEGETACION RIPARIA Y ACUATICA								
Familia	Especie	Nombre común	Biomasa persistente	Origen	Afinidad Hidrofilia	Desarrollo	Rareza/Protección	Vma
Asclepiadaceae	<i>Asclepios latifolia</i>		SI	N	UPL	SEC	NO	1
Asclepiadaceae	<i>Sarcostema cyanochoides</i>		SI	N	FAC	PRI	NO	1
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	SI	N	FACW	SEC	NO	2
Asteraceae	<i>Baileya multirradiata</i>		SI	N	UPL	SEC	NO	1
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cardo	NO	E	UPL	SEC	NO	2
Asteraceae	<i>Verbesina encelioides</i>		NO	N	FACW	PRI	NO	1
Betulaceae	<i>Alnus oblongifolia</i>		SI	N	FACW+	XXX	XXX	1
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i>	Mostacilla	NO	E	UPL	SEC	NO	1
Brassicaceae	<i>Descurainia pinnata</i>		NO	N	*UPL	SEC		1
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	SI	E	OBL	SEC	NO	1
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum aff. Guatemalensis</i>		SI	N	OBL	PRI	NO	1
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i>	Rodadora	NO	E	UPL	SEC	NO	1
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	SI	N	UPL	PRI	NO	2
Juncaceae	<i>Juncus mexicanus</i>	Junco	SI	N	FACW	PRI	NO	1
Marcilaceae	<i>Marcilea mollis</i>		SI	N	OBL	PRI	NO	1
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i>		SI	N	FACU	SEC	NO	1
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	NO	N	FACU	SEC	NO	2
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Llantén	SI	N	FACU	SEC	NO	1
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto bermuda	SI	E	FACU, FAC	SEC	NO	2
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Chilillo	SI	N	FACW,O BL	PRI		2
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	SI	N	FACW,O BL	PRI	NO	2
Salicaceae	<i>Populus X acuminata</i>	Alamillo	SI	E	FAC,FAC W	SEC	NO	2
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	SI	E	UPL,FAC	SEC	NO	2
Solanaceae	<i>Nicotiana trigonophylla</i>	Tabaco del desierto	SI	N	FACU	SEC	NO	1
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarix	SI	E	FAC,FAC W	SEC	NO	1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Tule	SI	N	OBL	SEC	NO	1

## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

<i>INVERTEBRADOS</i>									
Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	To	C. trófica	Hábitat	Imagen
Coleoptera	Dytiscidae			33					
Coleoptera	Haliplidae			6					
Coleoptera	Hydrophilidae			21					
Coleoptera	Staphylinidae			1					
Diptera	Chironomidae			16					
Diptera	Culicidae			6					
Diptera	Tabanidae			1					
Diptera	Tipulidae			1					
Ephemeroptera	Baetidae			197					
Ephemeroptera	Isonychiidae			4					
Ephemeroptera	Oligoneuridae			1					
Ephemeroptera	Trichorythidae			10					
Hemiptera	Belostomatidae			23					
Hemiptera	Corixidae			1557					
Hemiptera	Gerridae			24					
Hemiptera	Naucoridae			9					
Hemiptera	Notonectidae			5					
Hemiptera	Veliidae			10					
Odonata	Coenagrionidae			34					
Odonata	Gomphidae			33					
Odonata	Lestidae			9					
Odonata	Libellulidae			9					
Trichoptera	Helicopsychidae			1					

## Peces

VMa (Valle del Rosario)							
PECES							
Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitatat	Imagen
Caracidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardina plateada	M		N	Media Agua, turbia, corriente lenta	
Cyprinidae	<i>Campostoma ornatum</i>	Mexican stoneroller	M	*	N	Poco Profundo	
Catastomidae	<i>Catostomus bernardini</i>	Yaqui sucker	T	*	N	Poco Profundo	
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	xxxxxxx	M	*	N	Poco Profundo	
Cyprinidae	<i>Cyprinella panarcys</i>	xxxxxxx	M	*	N	Poco Profundo	
Cyprinidae	<i>Dionda episcopa</i>	Roundnose minow	S	*	N	Poco Profundo	
Percidae	<i>Etheostoma australe</i>	Dardo del conchos	S	*	Endémico	Poco Profundo	
Ictaluridae	<i>Ictalurus melas</i>	Bagre	T		N	Fondo lodoso	

Ictaluridae	<i>Ictalurus pricei</i>	Bagre	S	*	N	Poca profundidad	
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	Bagre de canal	T N/E		E	Poca profundidad	
Centrachiidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Mojarra verde	T N/E		N?	Poca profundidad	
Centrachiidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra	M N/E		N	Poca profundidad	
Centrachiidae	<i>Lepomis megalotis</i>	Mojarra orejona	M	*	N	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Notropis chihuahua</i>	Chihuahua shinner	M		N	Poca profundidad, turbia a clara	
Cyprinidae	<i>Notropis jemenzanus</i>	Rio Grande shinner	S	*	Endémico	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Pimephales promelas</i>	Fathead minnow	T		N	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Longnose dace	T		N	Poca profundidad	
Catastomidae	<i>Scartomyzon austrinum</i>	Sucker	M		N	Poca profundidad	

## Habitat Integrity

Integridad del

Fecha: 14 de marzo

Nombre del Modificadore	Valle del Descripció	Cauce del Río Ballez			Zona			Score	
		Clas	Score	Pes	Clas	Score	Pes	Modificacione del	Modificac ones de zon ribereñ
Modificación del Flujo		Ningun	0	1	Ningun	0	1	0	0
Modificación del Modificad		Ningun	0	1				0	
Modificación del Modificad		Moderad	6	1	Moderad	6	1	3.1	2.8
Modificación de calidad del Salinidad (Calidad de agua - residual y		Ningun	0	1	Ningun	0	1	0	0
Inundació		Ningun	0	1	Ningun	0	1	0	0
Plantas macrofitas	1	Ningun	0	9				0	
Fauna acuática	no hay	Pequeñ	3	8				0.9	
Descarga de desechos	Ningun	Ningun	0	6	Pequeñ	1	6	0	0.2
Remoción de					Larg	1	1		5.7
Invasión de vegetación					Ningun	0	1		0
Erosión de	Baja erosión en los				Larg	1	1		6.1
<b>Score</b>								<b>95.9</b>	<b>8</b>
<b>Clas</b>								<b>B</b>	<b>B</b>

Tabla 4. Resultados de evaluación de integridad del hábitat para Valle del Rosario, VMa.

El análisis de integridad del hábitat en este sitio lo define como un sitio de gran proporción natural, con pocas modificaciones. Un cambio pequeño en hábitat y biota puede haber sucedido, pero las funciones del ecosistema no presentan cambios, corresponde a la clase B de acuerdo a la tabla de evaluación.

Se considera de acuerdo al resultado de evaluación como un área de condiciones físicas buenas, por lo que se pretende preservar estas mismas condiciones.

Donde la clasificación de score, indica:

Score A, 100% sin modificar, 80-99% pocas modificaciones, 60-79% moderadamente modificado, 40-59% modificado a gran escala, 20-39% pérdidas marcadas, 0-19% nivel crítico de modificaciones.

Score B, de la fórmula:  $(\text{Score A} \times \text{Peso}) / 25$ , Prof. Jay O'Keeffe

Score Final : 100- la sumatoria de Scores B, Prof. Jay O'Keeffe

## Recommended Environmental Flows

### CAUDALES ECOLOGICOS EN LA CUENCA DEL RIO CONCHOS

ESCENARIOS	PROPUESTA DE EXPERTO EN:m <sup>3</sup> /seg	VALLE DEL ROSARIO RIO BALLEZA	VALLE DE ZARAGOZA RIO CONCHOS	CAMARGO RIO CONCHOS	ORTIZ RIO SAN PEDRO
<b>AÑOS SECOS</b> Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	7	10	0.5	1
	INVERTEBRADOS	7	10	0.5	1
	VEGETACION	7	5		1
	<b>ADOPTADO</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	15	60	1.5	2.5
	INVERTEBRADOS	7	60	1.5	2.5
	VEGETACION	7	93	1	2.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>20</b>
<b>AÑOS HUMEDOS</b> Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	15	20	1	1.5
	INVERTEBRADOS	15	20	1	1.5
	VEGETACION	15	5		1.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	40	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	INVERTEBRADOS	35	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	VEGETACION	35	CAUDAL EN CONJUNTO		3
	<b>ADOPTADO</b>	<b>40</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>260</b>	<b>40 MAS DERRAMES</b>	<b>20 MAS DERRAMES</b>

Tabla 8. Propuesta de especialistas para caudales ecológicos en los sitios de análisis en la cuenca del río Conchos (Taller 200)

## Flow motivation forms

# CAUDAL ECOLOGICO PARA AÑO SECO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)	Q medido marzo (m3/s)
<b>PECES</b>	7	20		7
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	7	20		
<b>VEGETACION</b>	7	20		

#### Comentarios

De acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 7 m3/seg. Si se mantienen las condiciones de hábitats encontradas durante la visita como pequeños rápidos, vegetación acuática, fondo de piedra bola y grava; favorecen la presencia de *Campostoma ornata*, *Cyprinella lutresis*, *C. panarcys*, *Dionda episcopa* y *Etheostoma australe*, esta última se encuentra entre las especies sensibles que si las condiciones cambian, tiende a desaparecer y todas las anteriormente mencionadas se encuentran en la NOM. Para el mantenimiento de la flora acuática y la escasa vegetación ribereña que se localiza en el trayecto de la corriente (*Populus*, *Salix* y *Bacharis*). Esta área se encuentra sobre pastoreada y con presencia de canales de riego.

#### Consecuencias de no proveer este caudal

La desaparición de las especies de peces amenazadas de la NOM del río. Actualmente hay una carga de nutrientes evidenciada por presencia de alga filamentosa que se vería incrementada al reducir el caudal.

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>	15	26	0.4
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	7.0	20	0.4
<b>VEGETACION</b>	7.0	20	0.4

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 15 m3/s  
Dispersión de especies,

#### Consecuencias de no proveer este caudal

La desaparición de las especies de peces amenazadas de la NOM del río



## AÑO HUMEDO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de ...

#### Consecuencias de no proveer este caudal

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de ...

#### Consecuencias de no proveer este caudal

## Recommended flood flows

### PROPUESTA DE CRECIDAS

#### Régimen de crecidas naturales (m<sup>3</sup>/s)

10-12	Común a lo largo del año (12 días al año, 4 eventos de tres días)
12-50	Común a lo largo del año (tres veces al año)
50-80	Una vez al año
80-100	Una vez cada dos años

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			
<b>GEOMORFOLOGIA</b>			

#### COMENTARIOS

La propuesta en este sitio para crecidas, quedará bajo los escurrimientos que ocurran en forma natural toda vez que el río no tiene almacenamientos que intercepten el flujo



### REGIMEN DE CRECIDAS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>VEGETACION</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		

Consecuencias de no proveer este caudal

--

## BBM

### VOLUMENES ANUALES ECOLOGICOS RECOMENDADOS

CONDICION	VOLUMEN ANUAL Mm3	% OF MAR	% MAN
DROUGHT LOW MAINT. LOW	236	59%	59%
DROUGHT FLOOD MAINT. FLOOD	20	5%	5.0%
TOTAL DROUGHT	256	64%	64%
TOTAL MAINT.	568	143%	141%

MAR (MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME) → Volumen de escurrimiento medio anual (Mm3) 397  
 MAN (MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME) → Volumen medio anual natural (Mm3) 403

Tabla 11. Tabla de volúmenes anuales ecológicos recomendados para Valle del Rosario, VMa.

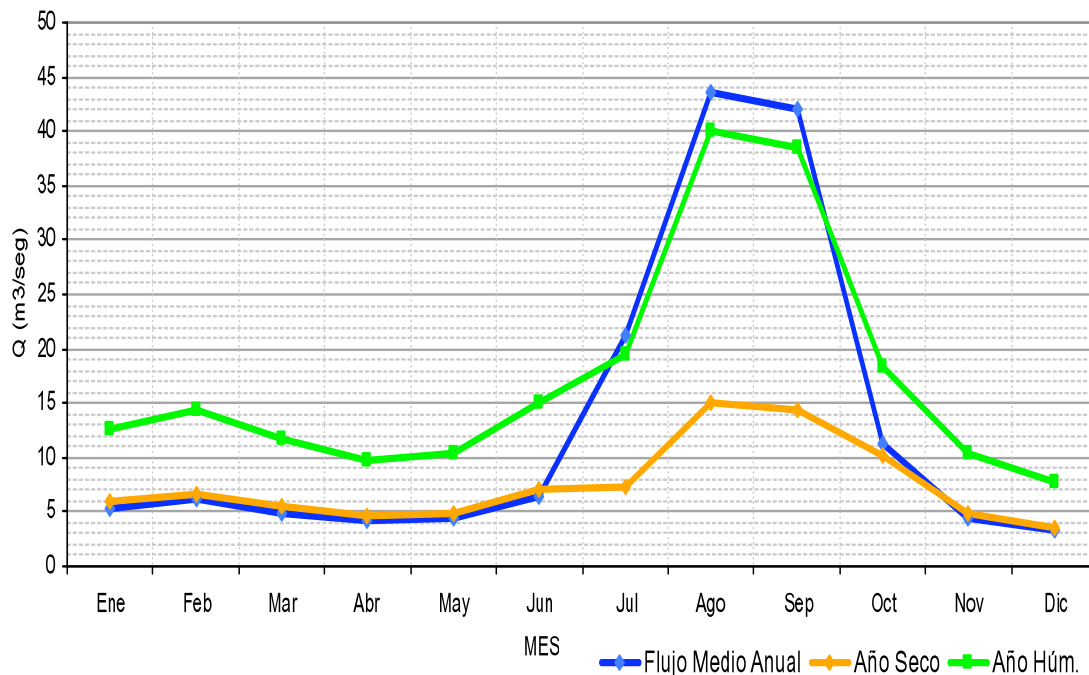


Figura 4. Hidrograma de caudales ecológicos recomendados para un año seco y uno húmedo, con respecto al flujo medio anual determinado por la técnica de similitud de cuencas a partir de los escurrimientos naturales como entradas a la presa Boquilla dados por la Conagua, en el sitio de estudio de Valle del Rosario, VMa.



VMa SITE "Valle del Rosario"	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	12.6	14.4	11.7	9.8	10.3	15.0	19.5	40.0	38.6	18.4	10.3	7.8	548.1	138.0
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	33.8	34.9	31.3	25.5	27.6	38.9	52.2	107.1	100.0	49.4	26.8	20.8		
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)								230- 240					19.9	5
Depth (m) section														
Duration (days)								1						
FDC % (actual)								1%						
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )								19.9						
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	5.9	6.7	5.5	4.6	4.8	7.0	7.3	15.0	14.5	10.2	4.8	3.6	236.3	59.0
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	15.8	16.3	14.6	11.9	12.9	18.1	19.6	40.2	37.5	27.3	12.5	9.7		
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)								230- 240					19.9	5
Depth (m) section														
Duration (days)								1						
FDC % (actual)								1%						
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )								19.9						

Tabla 10. Tabla de flujos ecológicos recomendados (EFR) para Valle del Rosario, VMa.

MAR: Mean Annual Runoff Volume (Volumen de escurrimiento medio anual)

EFR: Environmental Flow Regime (Régimen de flujo ambiental)

Maintenance low and high flows (Eskurrimientos bajos y altos en años húmedos)

Drought low and high flows (Eskurrimientos bajos y altos en años secos)

### 3.7. SITIO VMB. VALLE DE ZARAGOZA



## Localización

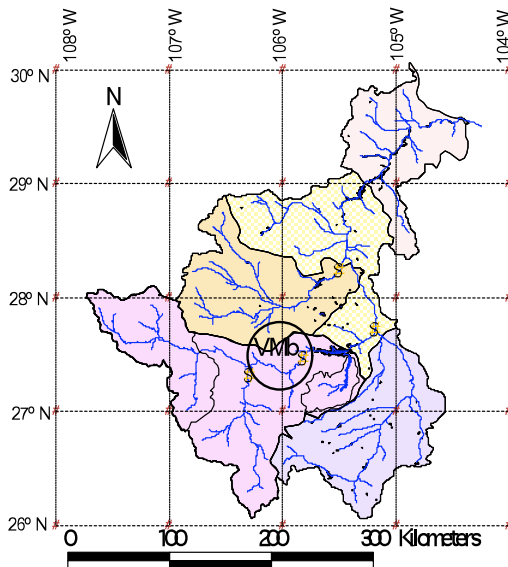


Figura 1. Cuenca río Conchos, localización del sitio de estudio VMB Valle de Zaragoza.



Imagen 1. Localización del sitio de estudio VMB, en río Conchos.



Imagen 2. Localización del sitio de estudio VMB, debajo del puente. HIDROLOGIA.



## HIDROLOGIA.

### 1) Descripción general

El sitio de estudio VMb se encuentra cercano a la localidad de Valle de Zaragoza en el municipio de Valle de Zaragoza, sobre el río Conchos aguas arriba del vaso de la presa La Boquilla.

En el Municipio de Valle de Zaragoza, se ubica el Lago Toronto (vaso de la presa La Boquilla), que almacena los escurrimientos del río Conchos. Este municipio tiene importantes derivaciones aguas arriba del sitio de estudio, sobre el cauce principal del río Conchos para el beneficio de una importante superficie agrícola, además del uso pecuario que en forma natural se da sobre dicho cauce.

### 2) Hidrogramas de escurrimientos

Los hidrogramas generados en este punto fueron elaborados mediante la base de datos realizada por la WWF en el año 2006, basado en la información hidrométrica del punto de control que tiene la CONAGUA en la presa La Boquilla.

Los hidrogramas construidos corresponden a datos diarios de caudales que se registraron como entradas directas del río Conchos al vaso de la presa y que dichos datos corresponden a los escurrimientos que pasan por el punto VMb, toda vez que no existen extracciones o estas son mínimas entre el sitio VMb y el vaso de la presa.

### 3) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

La figura 3 muestra la curva correspondiente al caudal diario-frecuencia en un periodo de análisis de 1980-2005 en el sitio VMb Valle de Zaragoza.

### 4) Histograma de volumen anual.

La figura 2 muestra el histograma de volúmenes anuales para el sitio de interés VMb, de acuerdo a los escurrimientos naturales como entradas a la presa La Boquilla, determinados por WWF en 2006.

Del histograma se observa que los años más secos se presentaron en 1994, 1995 y 2003, mientras que los años más húmedos se presentaron en 1991, 1981 y 1990. Los años intermedios o los años cercanos al valor promedio son 1985, 1987 y 1992.

En las figuras 4, 5 y 6 se presentan los histogramas de volúmenes anuales para 3 años secos, 3 años intermedios y 3 años húmedos respectivamente en millones de metros cúbicos para un periodo de registros de 1980-2005.

### 5) Series de tiempo de flujos diarios.

En la figura 7 se muestra la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años secos, en la figura 8 la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años húmedos.

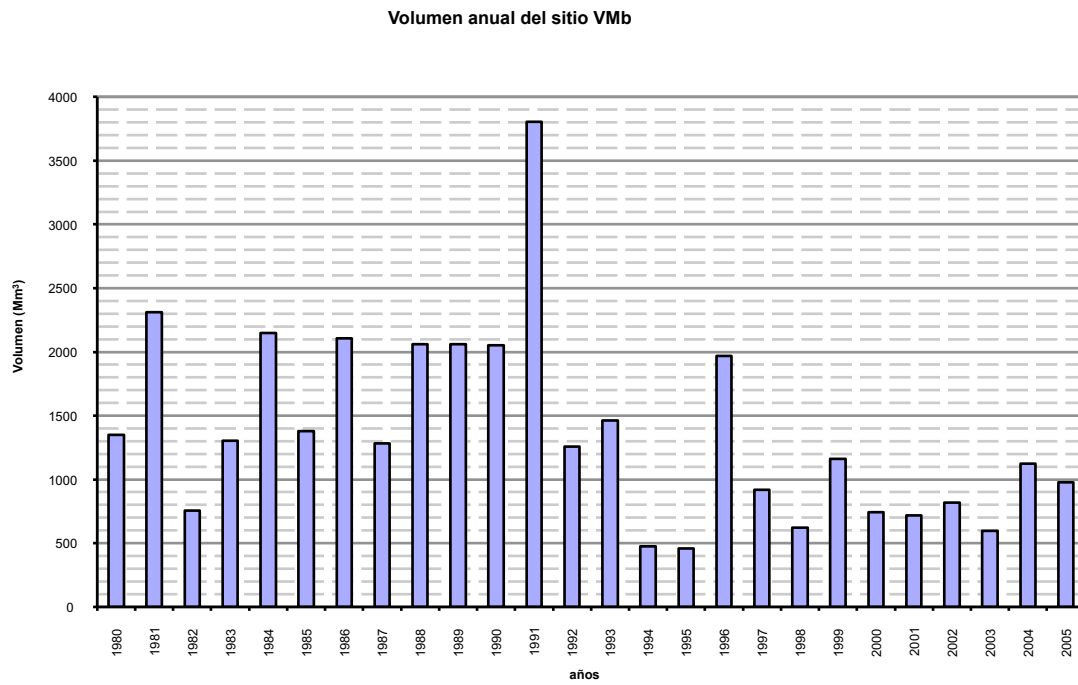


Figura 2.

Volúmenes anuales VMb Valle de Zaragoza en millones de metros cúbicos, periodo de registros 1980-2005.

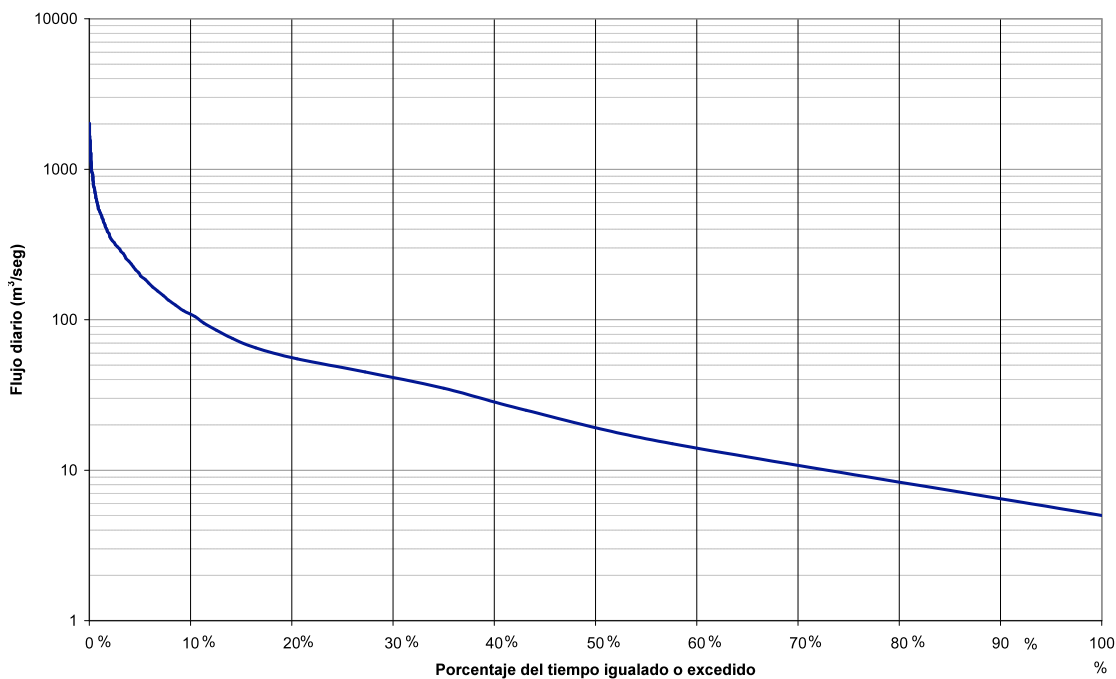


Figura 3. Relación caudal diario-frecuencia VMb Valle de Zaragoza, para un periodo de registros de 1980-2005.

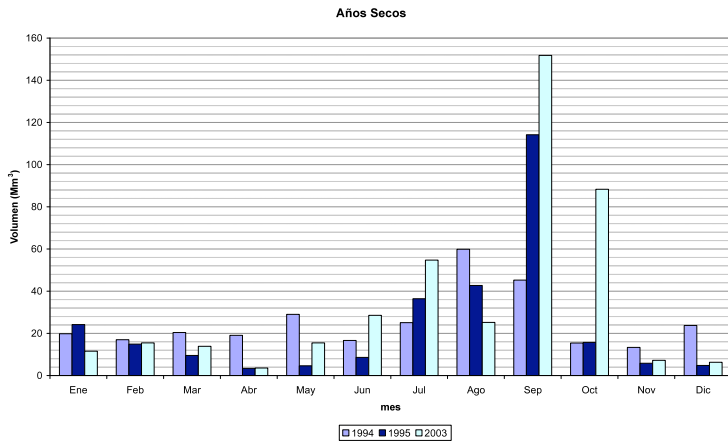


Figura 4. Volúmenes anuales VMb Valle de Zaragoza, para tres años secos en millones de metros cúbicos.

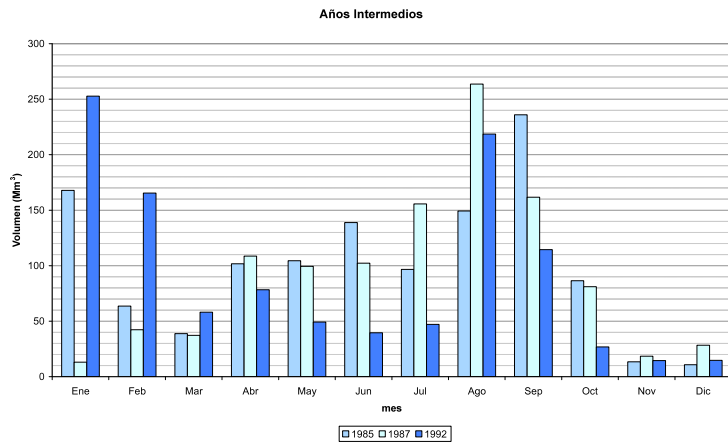


Figura 5. Volúmenes anuales VMb Valle de Zaragoza, para tres años intermedios en millones de metros cúbicos.

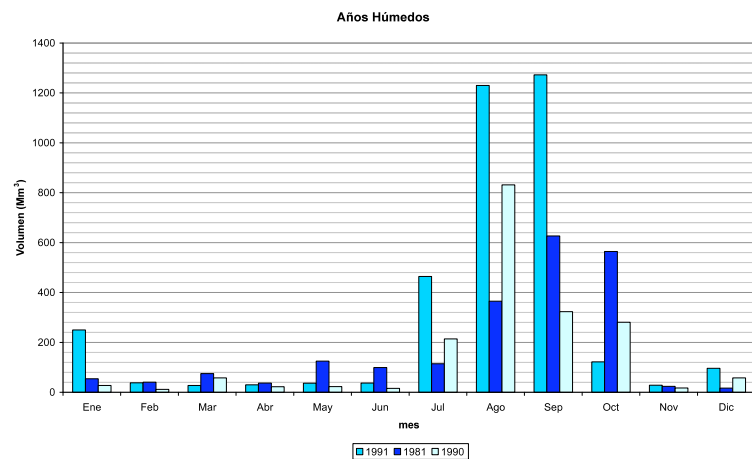


Figura 6. Volúmenes anuales VMb Valle de Zaragoza, para tres años húmedos en millones de metros cúbicos.

### Diarios Años Secos

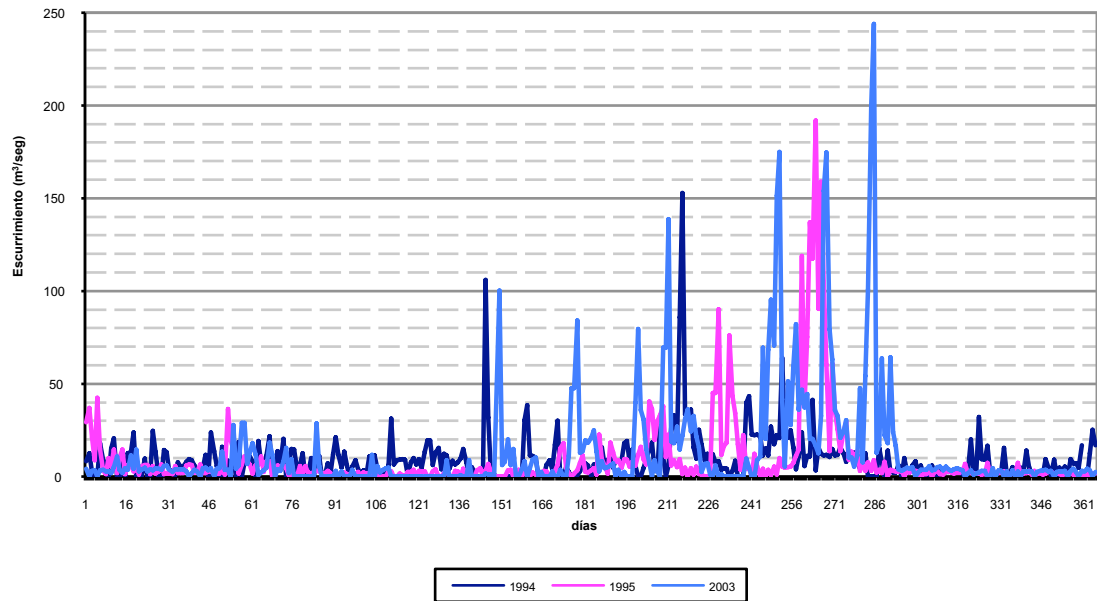


Figura 7. Ecurrimientos diarios VMb Valle de Zaragoza, para tres años secos en metros cúbicos por segundo.

### Diarios Años Húmedos

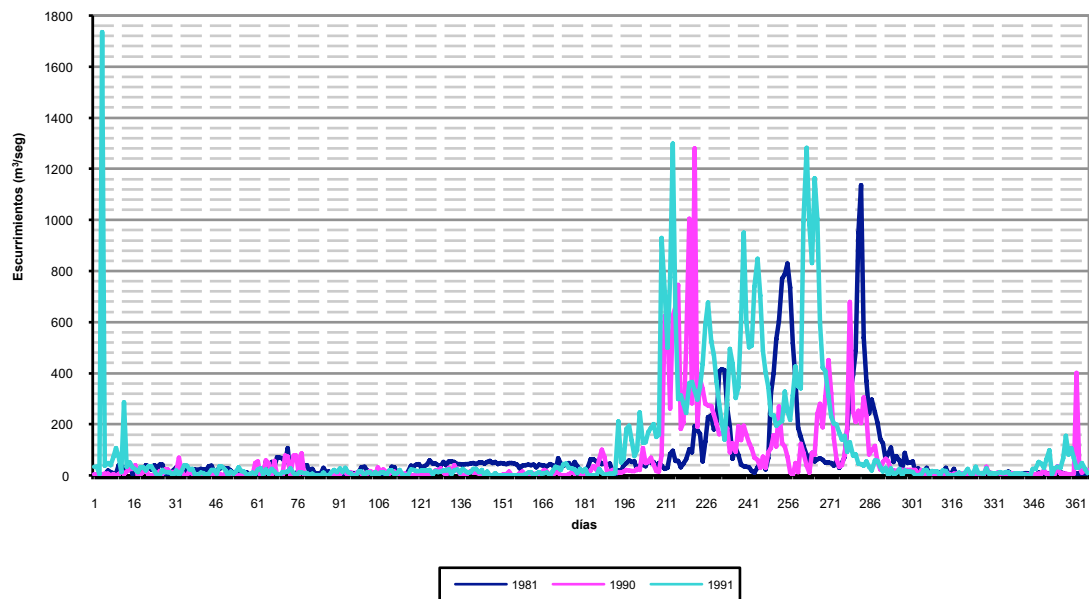
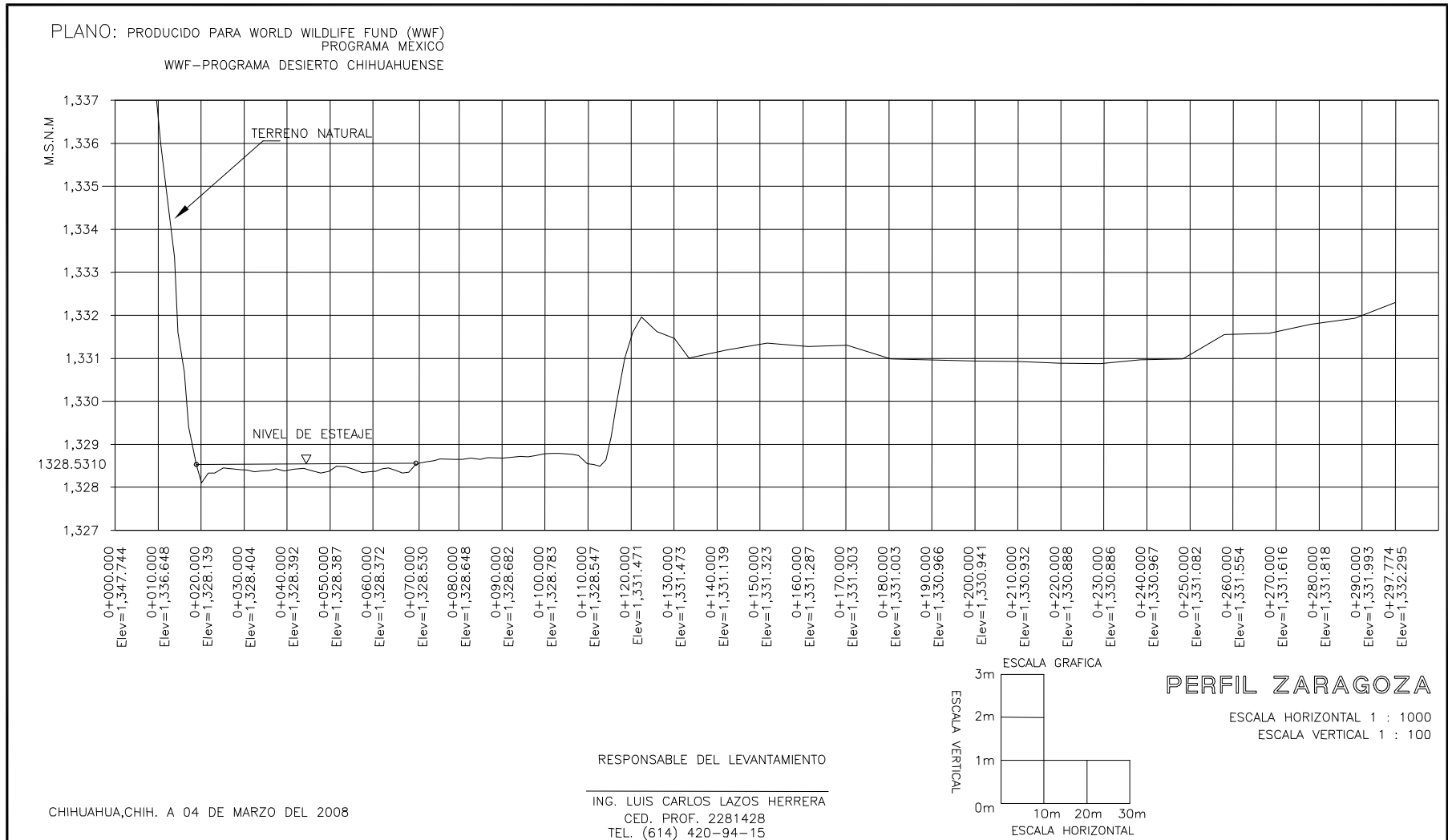


Figura 8. Ecurrimientos diarios VMb Valle de Zaragoza, para tres años húmedos en metros cúbicos por segundo.

# Hidráulica

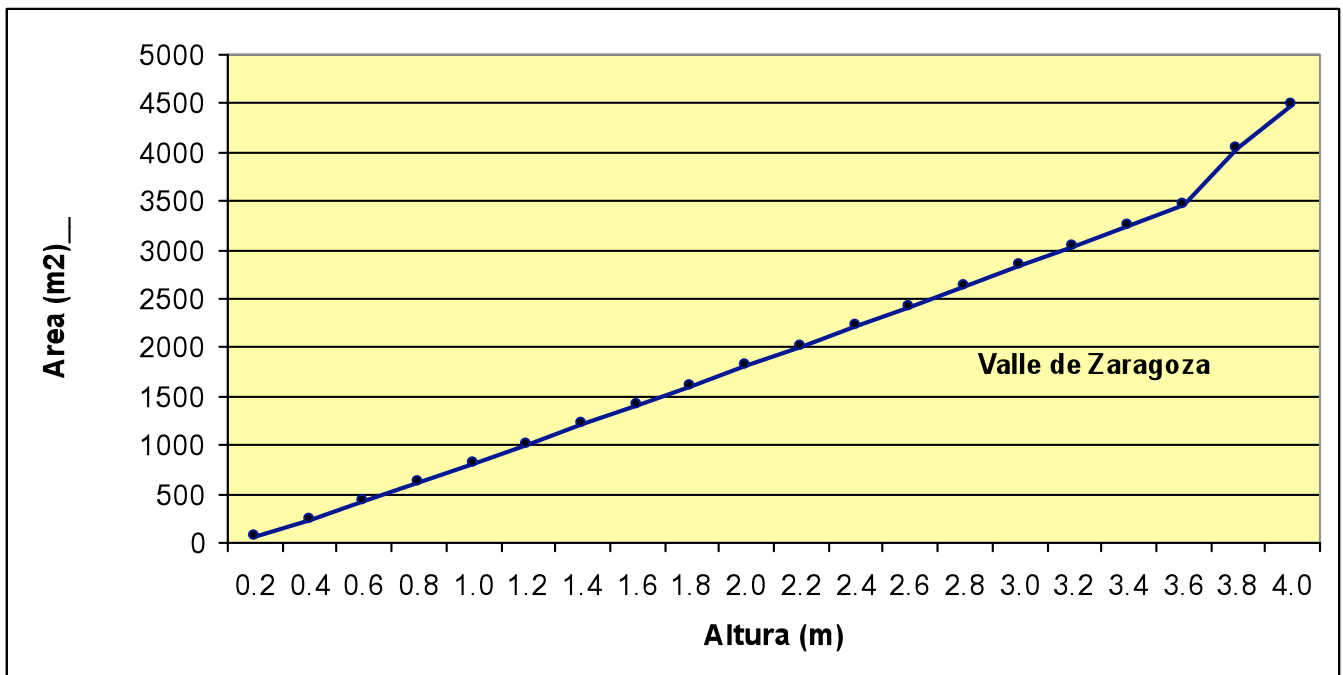
## Perfil Transversal Río Conchos-Sitio Valle de Zaragoza



## Relación Altura-Área Río Conchos-Sitio Valle de Zaragoza

### Áreas calculadas con el perfil

NUMERO	ALTURA	AREA	ACUMULADO
1	0.2	73.685	73.685
2	0.4	160.167	233.852
3	0.6	187.89	421.742
4	0.8	194.388	616.13
5	1	195.982	812.112
6	1.2	197.349	1009.461
7	1.4	198.345	1207.806
8	1.6	199.311	1407.117
9	1.8	200.292	1607.409
10	2	201.346	1808.755
11	2.2	202.778	2011.533
12	2.4	203.485	2215.018
13	2.6	204.776	2419.794
14	2.8	206.297	2626.091
15	3	208.062	2834.153
16	3.2	209.913	3044.066
17	3.4	211.895	3255.961
18	3.6	214.374	3470.335
19	3.8	570.025	4040.36
20	3.957	441.383	4481.743



## GEOMORFOLOGIA.

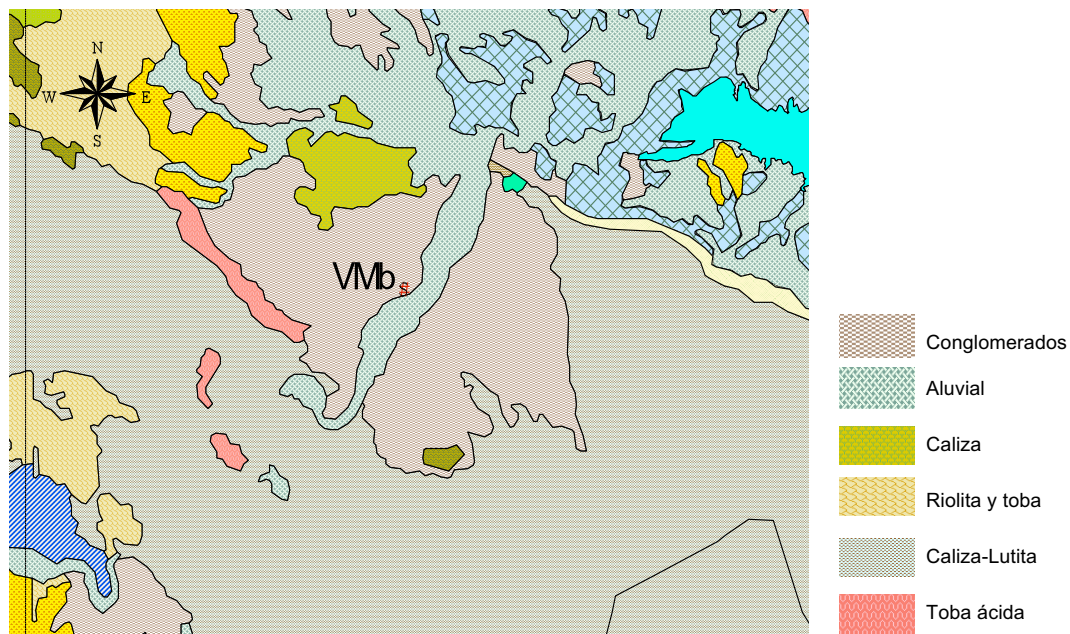
### 1) Localización

La sección de VMb se encuentra al suroeste de la ciudad de Chihuahua, la zona donde se ubica este sitio de estudio se encuentra bien comunicada, el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal no. 24 Cd. Chihuahua-Parral, cercano al poblado de Valle de Zaragoza a un lado del puente que cruza el río.

### 2) Marco Físico

La zona del sitio VMb se encuentra localizada sobre suelo aluvial que pertenece al Cuaternario Continental, también se encuentran en esta zona suelos de tipo conglomerados, ambos de la era Cenozoica en donde se incluyen suelos residuales y transportados de poco espesor, sedimentos fluviales formados por corrientes. Los sedimentos están formados por arenas de grano grueso y fino, limos y arcillas.

### Geología del Sitio VMb Valle de Zaragoza



## VEGETACIÓN

VMb (Valle de Zaragoza)



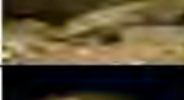








COMUNIDAD DE VEGETACION RIPARIA Y ACUATICA								
Familia	Especie	Nombre común	Biomasa persistente	Origen	Afinidad Hidrofilia	Desarrollo	Rareza/ Protección	VMb
Alismataceae	<i>Echinodorus aff. berteroi</i>	Amazona	SI	N	OBL	PRI	NO	1
Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachya</i>		NO	N	FACU	PRI	NO	1
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>	Jarilla	SI	N	FACW	SEC	NO	1
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cardo	NO	E	UPL	SEC	NO	1
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Ajonjolillo	NO	N	UPL	SEC	NO	1
Cyperaceae	<i>Cyperus giganteus</i>	Zacate de tule	SI	N	OBL	PRI	NO	1
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Retama	SI	N	FAC, FACW+	SEC	NO	1
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	SI	N	UPL	PRI	NO	1
Juncaceae	<i>Juncus mexicanus</i>	Junco	SI	N	FACW	PRI	NO	1
Malvaceae	<i>Sida neomexicana</i>		SI	N	*UPL	PRI	NO	1
Marsilaceae	<i>Marsilea mollis</i>		SI	N	OBL	PRI	NO	1
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i>		SI	N	FACU	SEC	NO	1
Onagraceae	<i>Oenothera linifolia</i>		NO	N	*FACU	SEC	NO	1
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	NO	N	FACU	SEC	NO	1
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto Bermuda	SI	E	FACU, FAC	SEC	NO	1
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Chilillo	SI	N	FACW, OBL	PRI	NO	1
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>	Sauce	SI	N	FACW, OBL	PRI	NO	1
Salicaceae	<i>Populus X acuminata</i>	Alamillo	SI	E	FAC, FACW+	SEC	NO	1
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	SI	E	UPL, FAC	SEC	NO	1
Solanaceae	<i>Solanum eleagnifolium</i>	Trompillo	SI	N	*UPL	SEC	NO	1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Tule	SI	N	OBL	SEC	NO	1
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>		SI	N	FACW	PRI	NO	1

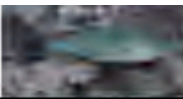



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

<b>INVERTEBRADOS</b>									
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Nombre común</b>	<b>No. Ind</b>	<b>E</b>	<b>To</b>	<b>C. trófica</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Imagen</b>
Acari	Eylaidae								
Amphipoda	Hyalellidae								
Bivalva	xxxxxxxxx								
Coleoptera	Dytiscidae								
Coleoptera	Haliplidae								
Coleoptera	Hydrophilidae								
Coleoptera	Staphylinidae								
Diptera	Chironomidae								
Diptera	Culicidae								
Diptera	Tabanidae								
Diptera	Tipulidae								
Ephemeroptera	Baetidae								
Ephemeroptera	Caenidae								
Ephemeroptera	Isonychiidae								
Ephemeroptera	Oligoneuridae								
Ephemeroptera	Tricorythidae								
Hemiptera	Belostomatidae								
Hemiptera	Corixidae								
Hemiptera	Gerridae								
Hemiptera	Nepidae								
Hemiptera	Naucoridae								
Hemiptera	Notonectidae								
Hemiptera	Veliidae								
Odonata	Coenagrionidae								
Odonata	Gomphidae								
Odonata	Lestidae								
Odonata	Libellulidae								
Trichoptera	Helicopsychidae								

## Peces

Vmb (Valle de Zaragoza)							
PECES							
Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitatat	Imagen
Caracidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardina plateada	M		N	Media Agua, turbia, corriente lenta	
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	T		E	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Campostoma ornatum</i>	Mexican stoneroller	M	*	N	Poca profundo	
Catostomidae	<i>Catostomus bernardini</i>	Yaqui sucker	T	*	N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	xxxxxxxxxx	M	*	N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Cyprinella panarcys</i>	xxxxxxxxxx	M	*	N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Dionda episcopa</i>	Roundnose minow	S	*	N	Poca profundo	
Percidae	<i>Etheostoma australe</i>	Dardo del Conchos	S	*	N	Poca profundo	
Ictaluridae	<i>Ictalurus melas</i>	bagre	T		N	Fondo lodoso	
Ictaluridae	<i>Ictalurus pricei</i>	bagre	S	*	N	Poca profundo	
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	bagre de canal	T		E	Poca profundo	

Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Mojarra verde	T N/E		N?	Poca profundo	
Centrarchidae	<i>Lepomis machrochirus</i>	Mojarra azul	T N/E		N?	Poca profundo	
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra	M N/E		N	Poca profundo	
Centrarchidae	<i>Lepomis megalotis</i>	Mojarra orejona	M	*	N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Notropis chihuahua</i>	Chihuahua shinner	M		N	Poca profundidad, turbia a clara	
Cyprinidae	<i>Notropis jemenzanus</i>	Rio Grande Shinner	S	*	N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Notropis braytoni</i>	Tamaulipas shinner	S		Endémico	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Pimephales promelas</i>	Fathead minnow	T		N	Poca profundo	
Cyprinidae	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Longnose dace	T		N	Poca profundo	
Catastomidae	<i>Scartomyzon austrinum</i>	Sucker	M		N	Poca profundo	
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mojarra tilapia	T		E	Poca profundo	

**Integridad del hábitat**

Fecha \_14 de marzo 2008\_

Nombre del Sitio:

Valle de Zaragoza

Río:  
Conchos

Modificadores	Descripción	Cauce del río			Zona Ribereña			Score B	
		Clase	Score A	Peso	Clase	Score A	Peso	Modificaciones del cauce	Modificaciones de la zona ribereña
Modificación del flujo	Flujo interrumpido	Moderado	10	13		6	12	5.2	2.88
Modificación del lecho	Modificado	Largo	11	13				5.72	
Modificación del canal	Modificado	Pequeño	3	13	Pequeño	2	12	1.56	0.96
Modificación de calidad del agua	Salinidad	Pequeño	1	14	Pequeño	1	14	0.56	0.56
Inundación	Moderada	Ninguno	0	10	Ninguno	0	11	0	0
Plantas macrofitas exóticas	2 exóticas		5	9				1.8	
Fauna acuática exótica	2 exóticas		6	8				1.92	
Descarga de desechos sólidos			1	6	Moderado	6	6	0.24	1.44
Remoción de vegetación					Largo	15	13		
Invasión de vegetación exótica					Pequeño	5	12		
Erosión de bancos	Baja erosión en los bancos					2	14		
<b>Score Final</b>								<b>83</b>	<b>82.84</b>
<b>Clase</b>								<b>C</b>	<b>C</b>

Tabla 5. Resultados de evaluación de integridad del hábitat para Valle de Zaragoza, VMb.

El resultado a la evaluación a este sitio lo define como una zona moderadamente modificada. Las pérdidas del hábitat natural y biota han ocurrido, pero las funciones básicas del ecosistema todavía predominan sin cambios, corresponde a la clase C de acuerdo a la tabla de evaluación.

Con estos resultados se pretende llevar al sitio a una situación de clase B.

Donde la clasificación de score, indica:

Score A, 100% sin modificar, 80-99% pocas modificaciones, 60-79% moderadamente modificado, 40-59% modificado a gran escala, 20-39% pérdidas marcadas, 0-19% nivel crítico de modificaciones.

Score B, de la fórmula:  $(\text{Score A} \times \text{Peso}) / 25$ , Prof. Jay O'Keeffe

Score Final : 100- la sumatoria de Scores B, Prof. Jay O'Keeffe

## Recommended Environmental Flows

### CAUDALES ECOLOGICOS EN LA CUENCA DEL RIO CONCHOS

ESCENARIOS	PROPUESTA DE EXPERTO EN:m <sup>3</sup> /seg	VALLE DEL ROSARIO RIO BALLEZA	VALLE DE ZARAGOZA RIO CONCHOS	CAMARGO RIO CONCHOS	ORTIZ RIO SAN PEDRO
<b>AÑOS SECOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	7	10	0.5	1
	INVERTEBRADOS	7	10	0.5	1
	VEGETACION	7	5		1
	<b>ADOPTADO</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	15	60	1.5	2.5
	INVERTEBRADOS	7	60	1.5	2.5
	VEGETACION	7	93	1	2.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>20</b>
<b>AÑOS HUMEDOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	15	20	1	1.5
	INVERTEBRADOS	15	20	1	1.5
	VEGETACION	15	5		1.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	40	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	INVERTEBRADOS	35	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	VEGETACION	35	CAUDAL EN CONJUNTO		3
	<b>ADOPTADO</b>	<b>40</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>260</b>	<b>40 MAS DERRAMES</b>	<b>20 MAS DERRAMES</b>

Tabla 8. Propuesta de especialistas para caudales ecológicos en los sitios de análisis en la cuenca del río Conchos (Taller 2008)



## Flow motivation forms

# CAUDAL ECOLOGICO PARA AÑO SECO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)	Q medido marzo (m3/s)
<b>PECES</b>	10			<b>10.9</b>
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10			
<b>VEGETACION</b>	5			

#### Comentarios

De acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 10 m3/seg. Debido a que ese valor ayuda a que se mantenga la comunicación de río arriba y río abajo, de tal manera que los alevines (crías) como *Catostomus*, *Campostoma* y especies menores como *Cyprinella lutrensis* puedan realizar migraciones hacia hábitat requerido o más favorable para su subsistencia. Las tres especies encontradas se encuentran en la NOM.

En el caso de los macroinvertebrados, se considera que los hidroambientes son tan homogéneos debido a la poca pendiente y poca variación en el sustrato, los caudales coinciden con los determinados por el grupo de peces.

Para la vegetación, el caudal de 5 conservaría las condiciones mínimas de humedad para las especies claves de vegetación ribereña (*Salix*, *Populus*, *Baccharis*)

Los caudales deberán tener también la calidad necesaria para asegurar la supervivencia de las especies. Un estudio de la CNA hace 5 años indica buena calidad de agua. Faltan datos más recientes que consideren cambios en las prácticas de cultivo.

Geomorfología- Los caudales mínimos no afectan los aspectos de geomorfología. Los años secos son sólo períodos de acumulación de sedimentos finos en el lecho del río.

#### Consecuencias de no proveer este caudal

Aumento en el riesgo de desaparición/migración de especies a otros sitios más adecuados.

El valor Qeco=10 sí impactaría la actividad agrícola en el punto, por lo que se requeriría tecnificación del proceso agrícola, incluyendo la modificación de la estructura de derivación

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>	60	30	0.4
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	60.0	30	
<b>VEGETACION</b>	93	40	

#### Razones para recomendar este caudal

De acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 60

El incremento de caudal permite a las especies más grandes moverse. La columna de agua permite clasificar los peces en superiores, medianos y fondo; de no encontrarse los peces de acuerdo a esta clasificación se puede suponer otro tipo de impacto.

La vegetación proporciona resguardo a los peces durante los incrementos en el caudal (raíces de los árboles).

Este caudal permite que las especies de raíces alcancen el nivel de humedad.

#### Consecuencias de no proveer este caudal

Acumulación de sedimentos finos (azolvamiento). El enturbiamiento de las aguas perjudica a los peces, porque no se reconocen.



## AÑO HUMEDO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>	20	menos de 18cm, pendiente	
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	20		
<b>VEGETACION</b>	5		

#### Razones para recomendar este caudal

De acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 20 m<sup>3</sup>/seg. Ese caudal permite que en forma natural las especies se distribuyan mejor, incluso ayuda a que no estén tan reducidas las áreas tanto de distribución, reproducción y alimentación entre estas, las mencionadas para años secos; así como áreas de protección como en el caso de Ictalurus (Bagres) y dentro de estos se encuentra Ictalurus pricei, el cual está dentro de la NOM. Se propone este caudal, siempre y cuando se mantenga la calidad actual del agua, en el caso de macroinvertebrados. En el caso de vegetación, este caudal es adecuado para mantener la fisiología y reproducción. Este gasto no modifica los procesos geomorfológicos actuales.

#### Consecuencias de no proveer este caudal

Aumento en el riesgo de desaparición/migración de especies a otros sitios más adecuados. El valor Qeco=20 sí impactaría la actividad agrícola en el punto, por lo que se requeriría tecnificación del proceso agrícola, incluyendo la modificación de la estructura de derivación

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>	130	50	
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

De acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de 130 m<sup>3</sup>/seg. Este caudal ayudaría a conservar el ecosistema en forma integral y mantendrá los límites de la vegetación riparia.

#### Consecuencias de no proveer este caudal



## Recommended flood flows

### PROPUESTA DE CRECIDAS

#### Régimen de crecidas naturales (m<sup>3</sup>/s)

10-12	Común a lo largo del año (12 días al año, 4 eventos de tres días)
12-50	Común a lo largo del año (tres veces al año)
50-80	Una vez al año
80-100	Una vez cada dos años

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
PECES	250	1	24 hrs en el mes de agosto o septiembre
MACROINVERTEBRADOS			
VEGETACION			
GEOMORFOLOGIA			

#### COMENTARIOS

La propuesta en este sitio para crecidas, quedará bajos los escurrimientos que ocurran en forma natural toda vez que el río no tiene almacenamientos que intercepten el flujo



### REGIMEN DE CRECIDAS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	260	1	24 hrs en el mes de agosto o septiembre
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			
<b>GEOMORFOLOGIA</b>			

Consecuencias de no proveer este caudal

## BBM

### VOLUMENES ANUALES ECOLOGICOS RECOMENDADOS

CONDICION	VOLUMEN ANUAL Mm3	% OF MAR	% MAN
DROUGHT LOW	577	49%	47%
MAINT. LOW	1,215	103%	98%
DROUGHT FLOOD	22	2%	1.8%
MAINT. FLOOD	23	2%	2%
TOTAL DROUGHT	599	51%	48%
TOTAL MAINT.	1,238	105%	100%

MAR (MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME) → Volumen de escurrimiento medio anual (Mm3)

1,182

MAN (MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME) → Volumen medio anual natural (Mm3)

1,239

Tabla 13. Tabla de volúmenes anuales ecológicos recomendados para Valle de Zaragoza, VMB.

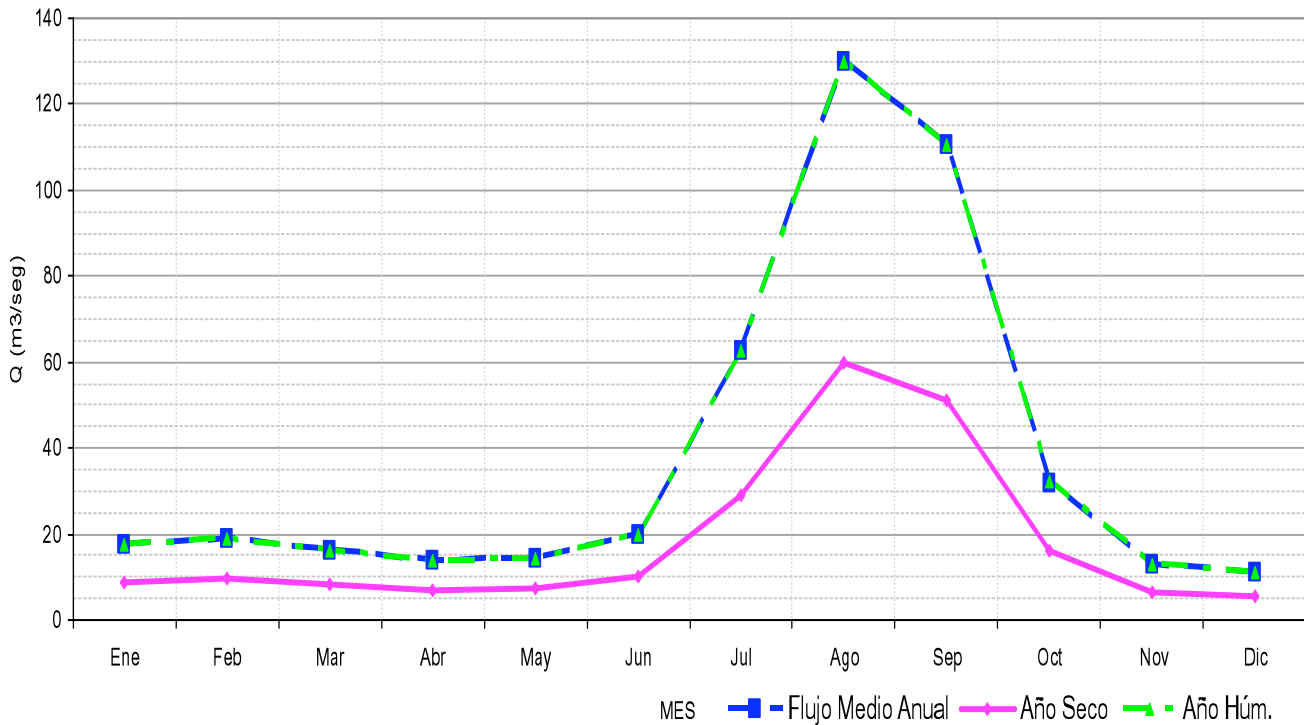


Figura 5. Hidrograma de caudales ecológicos recomendados para un año seco y uno húmedo con respecto a los escurrimientos naturales en el sitio de estudio de Valle de Zaragoza, VMB.

<b>Vmb. "Valle de Zaragoza"</b>	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR		
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>																
Flow (m <sup>3</sup> /s)	17.6	19.0	16.1	14.0	14.5	20.0	62.4	130.0	110.5	32.2	13.1	11.1	1214.8	103.0		
Depth (m) section																
FDC % (actual)																
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	47.0	45.9	43.2	36.2	38.7	51.8	167.2	348.2	286.5	86.2	34.0	29.8				
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>																
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)								260- 270					22.5	2		
Depth (m) section																
Duration (days)								1								
FDC % (actual)								4%								
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )								22.50								
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>																
Flow (m <sup>3</sup> /s)	8.8	9.5	8.1	7.0	7.2	10.0	28.8	60.0	51.0	16.1	6.6	5.6	576.6	49.0		
Depth (m) section																
FDC % (actual)																
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	23.5	23.0	21.6	18.1	19.4	25.9	77.2	160.7	132.2	43.1	17.0	14.9				
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>																
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)								250- 260					21.6	2		
Depth (m) section																
Duration (days)								1								
FDC % (actual)								4%								
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )								21.60								

Tabla 12. Tabla de flujos ecológicos recomendados (EFR) para Valle de Zaragoza, Vmb.

MAR: Mean Annual Runoff Volume (Volumen de escurrimiento medio anual)

EFR: Environmental Flow Regime (Régimen de flujo ambiental)

Maintenance low and high flows (Esgurrimientos bajos y altos en años húmedos)

Drought low and high flows (Esgurrimientos bajos y altos en años secos)

### 3.8. SITIO VMC CAMARGO



### Localización

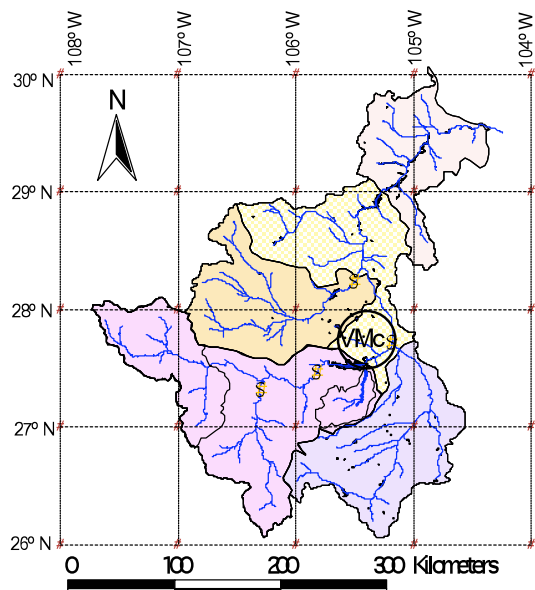


Figura 1. Cuenca río Conchos, localización del sitio de estudio VMc Camargo.



Imagen 1. Localización del sitio de estudio VMc Camargo, en río Conchos.

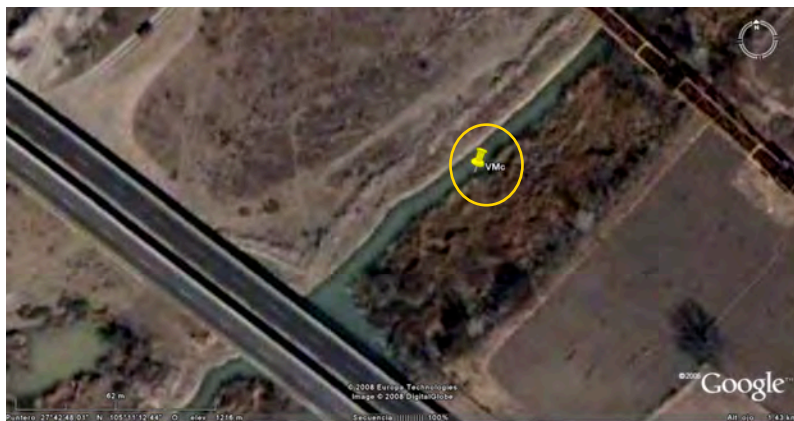


Imagen 2. Localización del sitio de estudio VMc Camargo

## HIDROLOGÍA

### 6) Descripción general

El sitio VMc Camargo, se encuentra dentro de la cuenca río Conchos-Presa El Granero, localizada en la parte central de la entidad y la cual abarca un área aproximada de 13,400 km<sup>2</sup>, esta cuenca inicia en la presa La Boquilla y termina en la presa Luis L. León.

El sitio de interés VMc se encuentra en la localidad y municipio de Camargo, sobre el río Conchos, aguas abajo de la presa Boquilla y aguas abajo de la derivadora Ojo Caliente, esta última donde se encuentra la obra de toma del distrito de riego 005.

En el Municipio de Camargo existen importantes extensiones de áreas agrícolas que aprovechan las aguas del río Conchos y en mucha menor cantidad del río Florido.

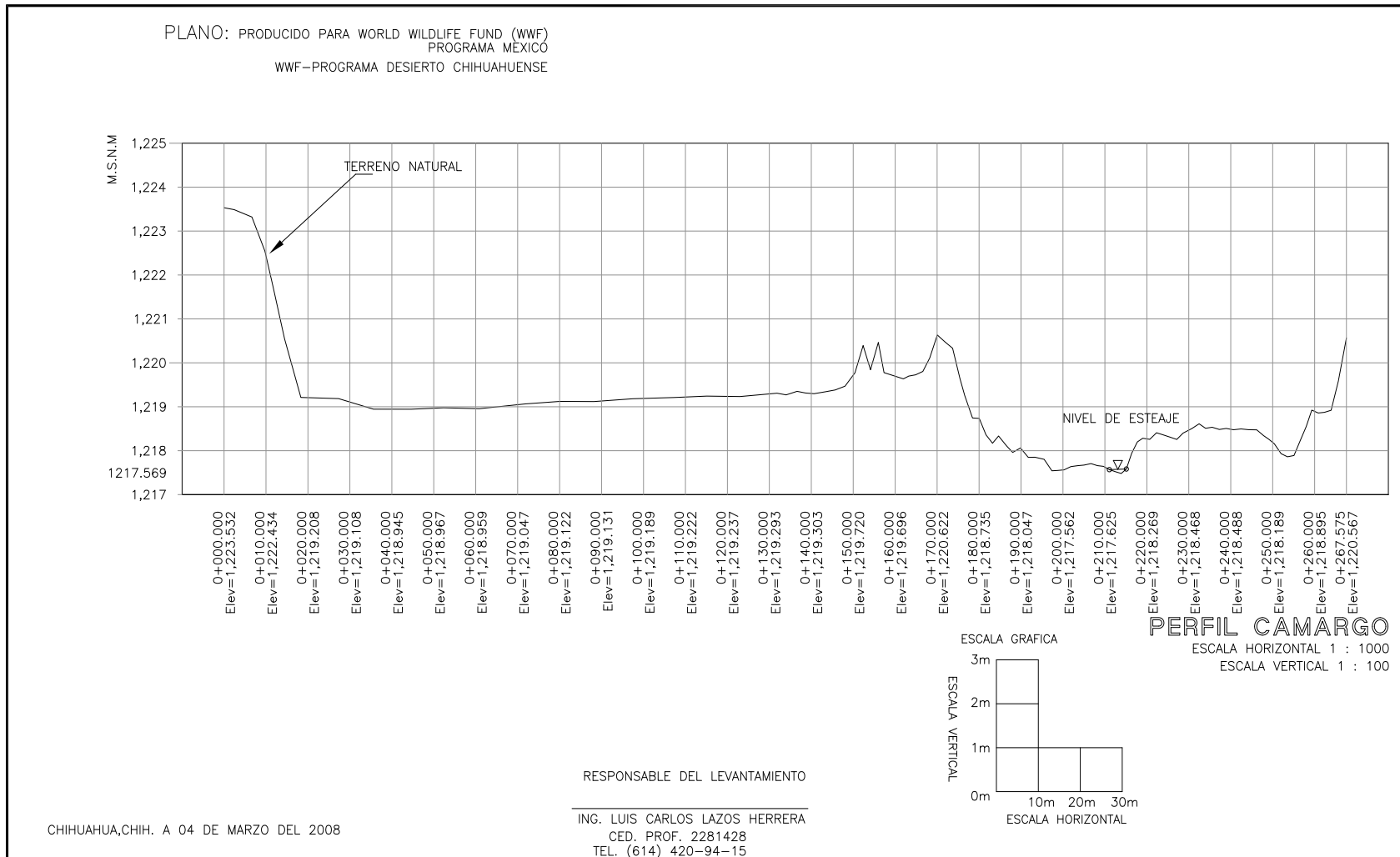
### 7) Hidrogramas de escurrimientos

Para los hidrogramas de este sitio se utilizaran aquellos que se tienen construidos aguas arriba del vaso de la presa Boquilla (sitio VMb Valle de Zaragoza), ya que las condiciones hidrológicas están totalmente modificadas debido a la intercepción de los escurrimientos que se hace con la presa y la derivación hacia el distrito de riego, así como otras derivaciones de menor tamaño hacia unidades de riego establecidas hacia la margen derecha del río. Esta consideración quedó establecida en el pasado taller realizado en diciembre de 2007, en el cual los expertos establecieron que cuando esta condición exista, no es estrictamente necesario tener un hidrograma, toda vez que las condiciones físicas de estos sitios, pueden ser correlacionadas con las condiciones físicas de los sitios aguas arriba del vaso de las presas.

De cualquier forma es importante señalar que el sitio en cuestión tiene escurrimientos permanentes del orden de 0.5 m<sup>3</sup>/seg, que provienen de las infiltraciones del vaso de la presa La Boquilla pasando por la presa La Colina. Estas infiltraciones que provienen de la presa y afloran en el río, se estiman del orden de 1.3 m<sup>3</sup>/seg, de los cuales una parte se infiltra y evapora en el trayecto, quedando el valor de escurrimiento en el sitio VMc el arriba señalado (0.5 m<sup>3</sup>/seg).

# Hidráulica

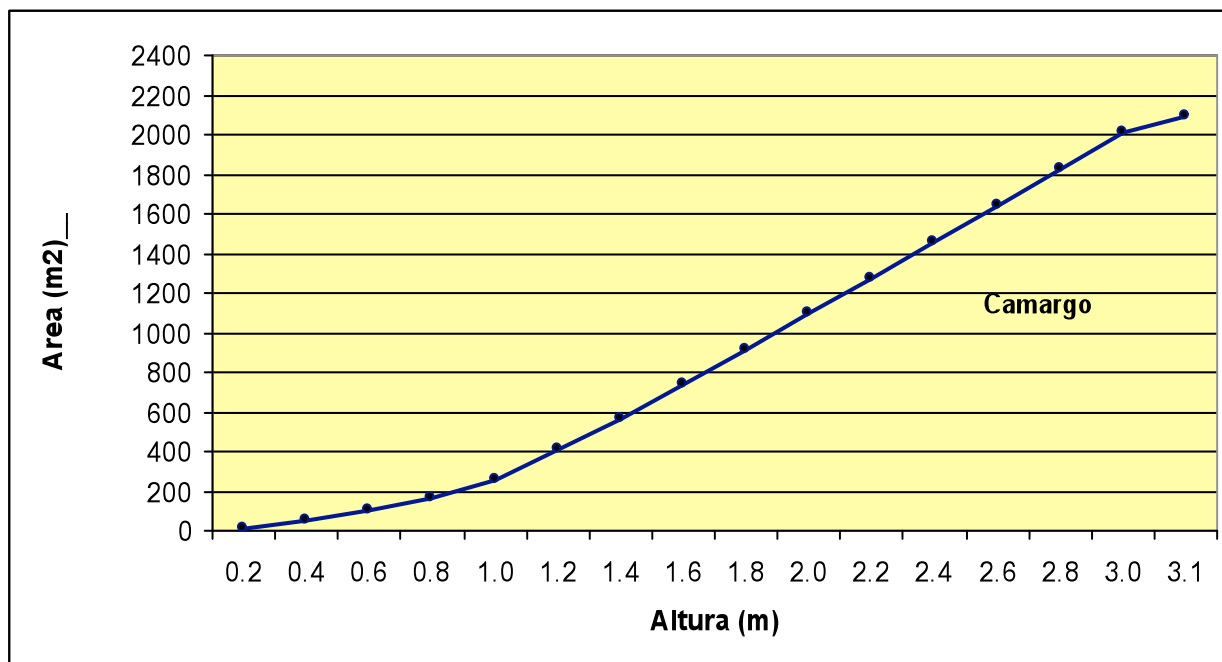
## Perfil Transversal Río Conchos-Sitio Camargo



## Relación Altura-Área Río conchos sitio Camargo

### Áreas calculadas con el perfil

No.	ALTURA	AREA	ACUMULADO
1	0.2	7.998	7.998
2	0.4	41.534	49.532
3	0.6	54.038	103.57
4	0.8	63.671	167.241
5	1	90.236	257.477
6	1.2	150.35	407.827
7	1.4	160.077	567.904
8	1.6	172.53	740.434
9	1.8	175.5	915.934
10	2	177.83	1093.764
11	2.2	179.957	1273.721
12	2.4	181.883	1455.604
13	2.6	183.682	1639.286
14	2.8	185.481	1824.767
15	3	188.378	2013.145
16	3.086	82.69	2095.835



## GEOMORFOLOGÍA

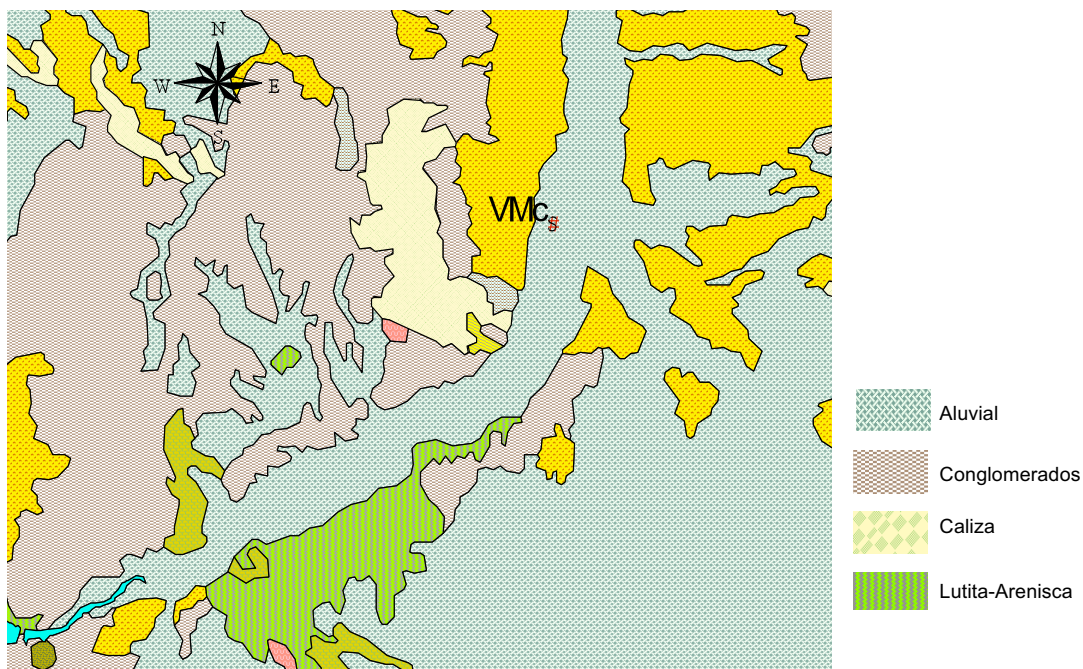
### 3) Localización

La sección de VMc se encuentra al sureste de la ciudad de Chihuahua, la zona donde se ubica este sitio de estudio se encuentra bien comunicada, el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal no. 45 a aproximadamente 3 km antes de llegar a la ciudad de Camargo viajando de norte a sur.

### 4) Marco Físico

La zona de estudio VMc se encuentra sobre suelo que predomina el aluvial de la era Cenozoica. Esta zona se cuenta con suelos residuales y transportados de poco espesor, sedimentos fluviales formados por corrientes. Los sedimentos están formados por arenas de grano grueso y fino, limos y arcillas, presentando también importantes afloramientos de conglomerados de la era Cenozoica.

Geología del Sitio VMc Camargo



## VEGETACIÓN

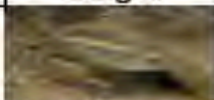






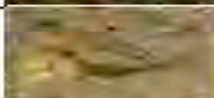


COMUNIDAD DE VEGETACION RIPARIA Y ACUATICA			
Familia	Especie	Nombre común	VMc
Alismataceae	<i>Echinodorus aff. berteroi</i>		1
Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachya</i>		1
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i>		1
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>		1
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>		1
Cyperaceae	<i>Cyperus giganteus</i>		1
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>		1
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>		1
Juncaceae	<i>Juncus mexicanus</i>		1
Malvaceae	<i>Sida neomexicana</i>		1
Marcilaceae	<i>Marcilea mollis</i>		1
Onagraceae	<i>Gaura coccinea</i>		1
Onagraceae	<i>Oenothera linifolia</i>		1
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>		1
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>		1
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>		1
Salicaceae	<i>Salix taxifolia</i>		1
Salicaceae	<i>Populus X acuminata</i>		1
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>		1
Solanaceae	<i>Solanum eleagnifolium</i>		1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>		1
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>		1



## INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

INVERTEBRADOS									
Orden	Familia	Género	Nombre común	No. Ind	E	o	C. rífica	ábitat	nagen
carri	ylaidae			3					
mphipoda	yalellidae			29					
valva	xxxxxxx			3					
pleóptera	ytiscidae			25					
pleóptera	ydrophilidae			19					
ptera	hironomidae			6					
ptera	ulicidae			2					
phemeroptera	aetidae			14					
phemeroptera	aenidae			11					
phemeroptera	ricorythidae			3					
emíptera	elostomatidae			2					
emíptera	orixidae			345					
emíptera	erridae			8					
emíptera	epidae			1					
emíptera	aucoridae			1					
emíptera	otonectidae			41					
emíptera	eliidae			12					
donata	penagrionidae			77					
donata	omphidae			1					
donata	bellulidae			8					

## Peces

VMc (Camargo)							
PECES							
Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitatat	Imagen
Caracidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardina plateada	M		N	Agua, turbia, corriente	
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	T		E	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>		M	*	N	Poca profundidad	
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Mojarra verde	T N/E	*	N?	Poca profundidad	
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mojarra azul	T N/E		N?	Poca profundidad	
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra	M N/E		N	Poca profundidad	
Centrarchidae	<i>Lepomis megalotis</i>	Mojarra orejona	M		N	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Notropis chihuahua</i>	Chihuahua shinner	M		N	Poca profundidad	
Cyprinidae	<i>Notropis braytoni</i>	Tamaulipas shinner	S		N	Poca profundidad	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	Mojarra tilapia	T		E	Poca profundidad	

Cuadro de Cambios de Biodiversidad peces (Contreras-Balderas, et al. 200xx)										
Familia	Especie	Nombre común		NOM	1901 Meek	1952 Weitzmann	1954 Hubbs	1964 SCB	1975 SCB	2003 SCB
Lepisosteidae	<i>Lepisosteus osseus</i>	Catán/Chuaca			x					
Cyprinidae	<i>Campostoma ornatum</i>	Mexican stoneroller		*	x					
Cyprinidae	<i>Notropis braytoni</i>	Tamaulipas shinner			x					
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon eximius</i>	Cachorrito del Conchos		*	x					
Poeciliidae	<i>Gambusia senilis</i>	Guayacón del Bravo		*	x					
Percidae	<i>Etheostoma australe</i>	Dardo del Conchos		*	x					
Ictaluridae	<i>Pylodictis olivaris</i>	Pintontle			x	0	1			
Pecidae	<i>Etheostoma pottsii</i>	Dardo mexicano			x	0	1			
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinum</i>	Sucker			x	0	0	8		

Cyprinidae	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Longnose dace			x	0	0	4		
Cyprinidae	<i>Carpiodes carpio</i>	Matalote			x	0	1	5	1	
Catastomidae	<i>Catostomus plebeius</i>	Matalote			?	0	0	3	2	
Cyprinidae	<i>Pimephales promelas</i>	Fathead minnow			x	0	1	0	3	
Cyprinidae	<i>Notropis chihuahua</i>	Chihuahua shinner			x	0	8	13	101	
Centrarchidae	<i>Lepomis megalotis</i>	Mojarra orejona		*	x	23	0	0	44	
Cyprinidae	<i>Notropis amabilis</i>	Shinner			x	0	0	0	0	2
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra			x	5	47	9	4	3
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardina plateada			x	42	0	5	1	5
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>	10000x		*	x	44	12	3	5	77

**Integridad del hábitat**

Fecha 14 de marzo 2008

Nombre del Sitio: <b>Camargo</b>		Río: <b>Conchos</b>			Zona Ribereña			Score B	
Modificadores	Descripción	Cauce del río			Zona Ribereña			Modificaciones del cauce	Modificaciones de la zona ribereña
		Clase	Score A	Peso	Clase	Score A	Peso		
Extracción de agua	Extracción superficial	crítico	21	14	crítico	21	13	11.76	10.92
Modificación del flujo	Flujo interrumpido	crítico	21	13	crítico	21	12	10.92	10.08
Modificación del lecho	Modificado	crítico	21	13				10.92	
Modificación del canal	Modificado	crítico	21	13	crítico	21	12	10.92	10.08
Modificación de calidad del agua	Salinidad	moderado	6	14	pequeño	2	14	3.36	1.12
Inundación	Moderada	crítico	21	10	crítico	21	11	8.4	9.24
Plantas macrofitas exóticas	2 exóticas	pequeño	5	9				1.8	
Fauna acuática exótica	2 exóticas	crítico	21	8				6.72	
Descarga de desechos sólidos		largo	15	6	largo	15	6	3.6	3.6
Remoción de vegetación					crítico	21	13		10.92
Invasión de vegetación exótica					moderado	10	12		4.8
Erosión de bancos	Baja erosión en los bancos				crítico	21	14		11.76
<b>Score Final</b>								<b>31.6</b>	<b>27.48</b>
<b>Clase</b>								<b>E</b>	<b>E</b>

Tabla 6. Resultados de evaluación de integridad del hábitat para Camargo, VMc.

El resultado de la evaluación define a este sitio con pérdidas del hábitat natural, biotas y funciones básicas del ecosistema son extensas, corresponde a la clase E de acuerdo a la tabla de evaluación. Con estos resultados se pretende llevar al sitio a una situación de clase D.

Donde la clasificación de score, indica:

Score A, 100% sin modificar, 80-99% pocas modificaciones, 60-79% moderadamente modificado, 40-59% modificado a gran escala, 20-39% pérdidas marcadas, 0-19% nivel crítico de modificaciones.

Score B, de la fórmula:  $(\text{Score A} \times \text{Peso}) / 25$ , Prof. Jay O'Keeffe  
 Score Final : 100- la sumatoria de Scores B, Prof. Jay O'Keeffe

## Recommended Environmental Flows

### CAUDALES ECOLOGICOS EN LA CUENCA DEL RIO CONCHOS

ESCENARIOS	PROPUESTA DE EXPERTO EN: m <sup>3</sup> /seg	VALLE DEL ROSARIO RIO BALLEZA	VALLE DE ZARAGOZA RIO CONCHOS	CAMARGO RIO CONCHOS	ORTIZ RIO SAN PEDRO
<b>AÑOS SECOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	7	10	0.5	1
	INVERTEBRADOS	7	10	0.5	1
	VEGETACION	7	5		1
	<b>ADOPTADO</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	15	60	1.5	2.5
	INVERTEBRADOS	7	60	1.5	2.5
	VEGETACION	7	93	1	2.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>20</b>
<b>AÑOS HUMEDOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	15	20	1	1.5
	INVERTEBRADOS	15	20	1	1.5
	VEGETACION	15	5		1.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	40	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	INVERTEBRADOS	35	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	VEGETACION	35	CAUDAL EN CONJUNTO		3
	<b>ADOPTADO</b>	<b>40</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>260</b>	<b>40 MAS DERRAMES</b>	<b>20 MAS DERRAMES</b>

Tabla 8. Propuesta de especialistas para caudales ecológicos en los sitios de análisis en la cuenca del río Conchos (Taller 2008)



## Flow motivation forms

# CAUDAL ECOLOGICO PARA AÑO SECO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)	Q medido marzo (m3/s)
<b>PECES</b>				0.06
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>				
<b>VEGETACION</b>				

#### Comentarios

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de ...

#### Consecuencias de no proveer este caudal

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>	6,5	75	
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	6.2		
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

#### Consecuencias de no proveer este caudal



## AÑO HUMEDO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

Razones para recomendar este caudal

Consecuencias de no proveer este caudal

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

Razones para recomendar este caudal

Consecuencias de no proveer este caudal

## Recommended flood flows

### PROPUESTA DE CRECIDAS

#### Régimen de crecidas naturales (m<sup>3</sup>/s)

10-12	Común a lo largo del año (12 días al año, 4 eventos de tres días)
12-50	Común a lo largo del año (tres veces al año)
50-80	Una vez al año
80-100	Una vez cada dos años

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>VEGETACION</b>	10		
	40		
	65		
	90		
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	10		
	40		
	65		
	90	1	CADA DOS AÑOS

#### Consecuencias de no proveer este caudal

La propuesta de crecidas en este sitio de análisis quedará definida con un caudal igual al que se deriva para el DR 005 y Unidades de riego que existen entre la presa La Boquilla y el punto en cuestión, por un periodo de 24 horas, el día 1o de octubre de cada año.



### REGIMEN DE CRECIDAS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>VEGETACION</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		

#### Consecuencias de no proveer este caudal

La propuesta de crecidas en este sitio de análisis quedará definida con un caudal igual al que se deriva para el DR 005 y Unidades de riego que existen entre la presa La Boquilla y el punto en cuestión, por un periodo de 24 horas, el día 1o de octubre de cada año. Además de considerar los derrames que presente la presa como parte del caudal ecológico.

**BBM**

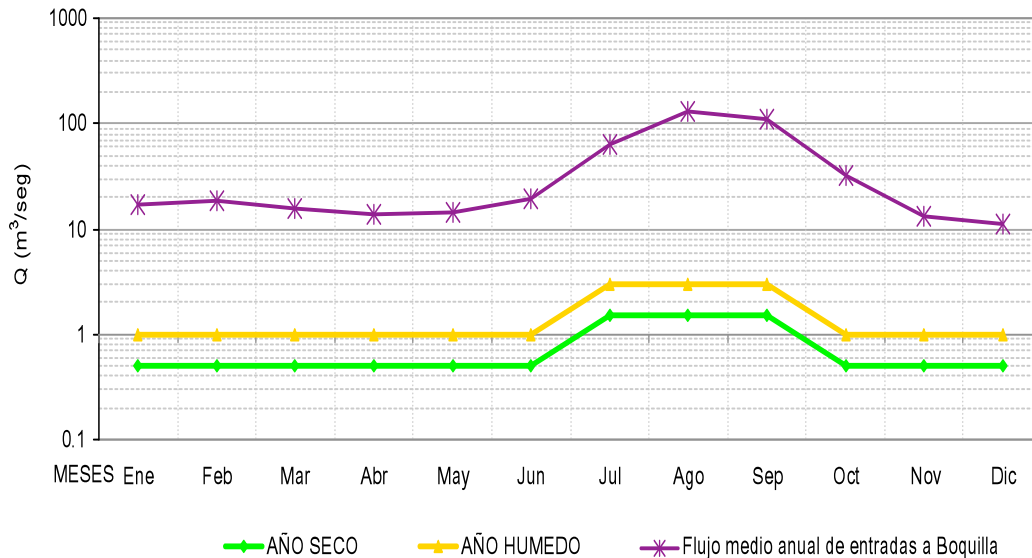
**VOLUMENES ANUALES ECOLOGICOS  
RECOMENDADOS**

CONDICION	VOLUMEN ANUAL Mm3	% OF MAR	% MAN
DROUGHT LOW	24	109%	2%
MAINT. LOW	47	214%	4%
DROUGHT FLOOD	4	18%	0.3%
MAINT. FLOOD	4	18%	0.3%
TOTAL DROUGHT	28	127%	2%
TOTAL MAINT.	51	232%	4%

MAR (MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME) → Volumen  
de escurrimiento medio anual (Mm3) 22

MAN (MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME)  
→ Volumen medio anual natural (Mm3) 1,250

Tabla 15. Tabla de volúmenes anuales ecológicos recomendados para Camargo, VMc.



**Escala Logarítmica**

Figura 6. Hidrograma de caudales ecológicos recomendados para un año seco y uno húmedo con respecto a los escurrimientos de entradas a la presa Boquilla como referencia, en el sitio de estudio de Camargo, VMc.

VMc "Camargo"	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0		214
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2.7	2.4	2.7	2.6	2.7	2.6	8.0	8.0	7.8	2.7	2.6	2.7		
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)										40-50				18
Depth (m) section														
Duration (days)										1				
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )										3.50			3.5	18
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	1.50	0.50	0.50	0.50		109
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	4.0	4.0	3.9	1.3	1.3	1.3		
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)										40-50				18
Depth (m) section														
Duration (days)										1				
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )										3.50			3.5	18

Tabla 14. Tabla de flujos ecológicos recomendados (EFR) para Camargo, VMc.

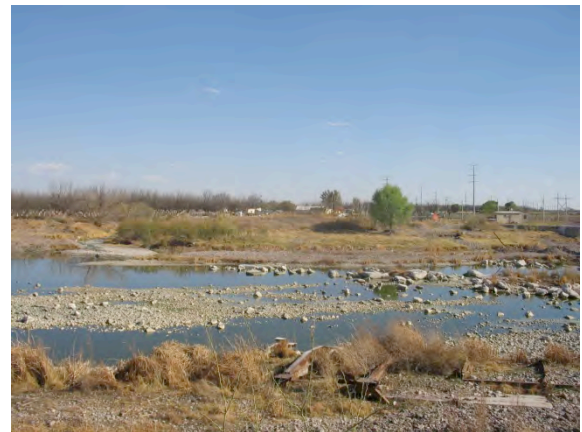
MAR: Mean Annual Runoff Volume (Volumen de escurrimiento medio anual)

EFR: Environmental Flow Regime (Régimen de flujo ambiental)

Maintenance low and high flows (Escurrecimientos bajos y altos en años húmedos)

Drought low and high flows (Escurrecimientos bajos y altos en años secos)

### 3.9. SITIO VMD CONGREGACIÓN ORTIZ



## Localización

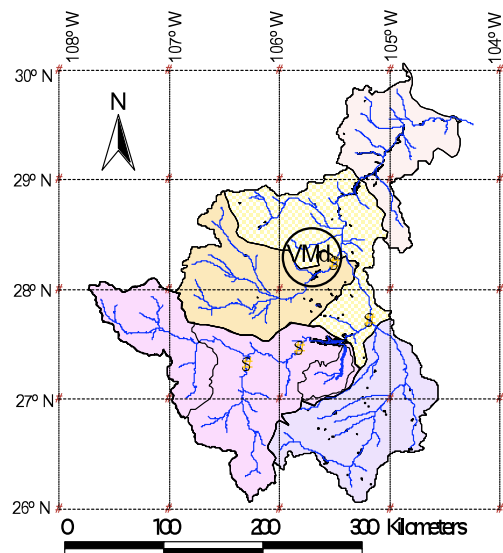


Figura 1. Cuenca río Conchos, localización del sitio de estudio VMd Ortiz.



Imagen 1. Localización del sitio de estudio VMd Ortiz, cercano a poblado Congregación Ortiz.

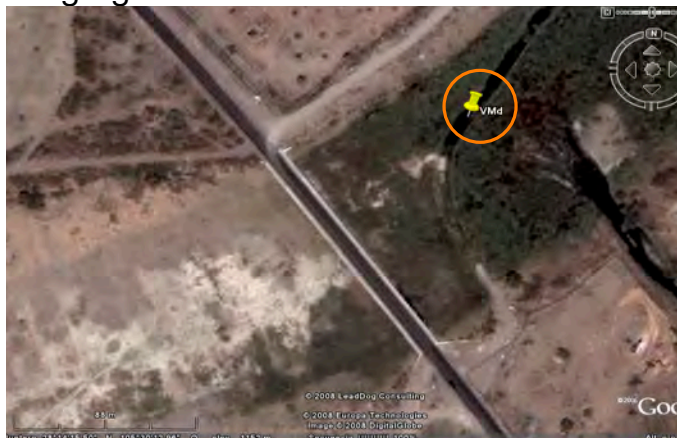


Imagen 2. Localización del sitio de estudio VMd Ortiz.



## HIDROLOGIA.

### 8) Descripción general

La cuenca del río San Pedro se localiza en la parte central de la entidad, tiene una superficie aproximada de 11,900 km<sup>2</sup>, al este de esta cuenca se encuentra el distrito de riego 005 Delicias. El río San Pedro es el principal afluente del río Conchos, presenta un flujo preferencial de oeste a este, los principales ríos que se le unen son los ríos Satevó y Santa Isabel, el río San Pedro termina en la confluencia con el río Conchos.

El sitio de estudio VMd Ortiz, se ubica aguas abajo de la presa Francisco I. Madero sobre el río San Pedro, aproximadamente a la mitad del tramo entre esta presa y la confluencia con el río Conchos.

### 9) Hidrogramas de escurrimientos

Para los hidrogramas de este sitio se utilizarán aquellos que se tienen construidos aguas arriba del vaso de la presa Francisco I. Madero (sitio VM5 en 2007), ya que las condiciones hidrológicas están totalmente modificadas debido a la intercepción de los escurrimientos que se hace con la presa y la derivación hacia el distrito de riego, así como otras derivaciones de menor magnitud hacia unidades de riego establecidas en la margen izquierda del río. Esta consideración quedó establecida en el pasado taller realizado en diciembre de 2007, en el cual los expertos establecieron que cuando esta condición exista, no es estrictamente necesario tener un hidrograma, toda vez que las condiciones físicas de estos sitios, pueden ser correlacionadas con las condiciones físicas de los sitios aguas arriba del vaso de las presas.

### 10) Relación caudal-frecuencia para flujos diarios

La figura 3 muestra la curva correspondiente al caudal diario-frecuencia en un periodo de análisis de 1980-2005 aguas arriba de la presa Francisco I. Madero (sitio VM5 en 2007).

### 11) Histograma de volumen anual.

La figura 2 muestra el histograma de volúmenes anuales (sitio VM5 en 2007) en base a los escurrimientos naturales como entradas a la presa Francisco I. Madero, determinados por WWF en 2006.

Del histograma se observa que los años más secos se presentaron en 1994, 1998 y 2000, mientras que los años más húmedos se presentaron en 1990, 1986 y 1981. Los años intermedios o los años cercanos al valor promedio son 1976, 1985 y 1987.

En las figuras 4, 5 y 6 se presentan los histogramas de volúmenes anuales para 3 años secos, 3 años intermedios y 3 años húmedos respectivamente en millones de metros cúbicos para un periodo de registros de 1980-2005.

### 12) Series de tiempo de flujos diarios.

En la figura 7 se muestra la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años secos, en la figura 8 la serie de tiempo de flujos diarios para los 3 años húmedos.

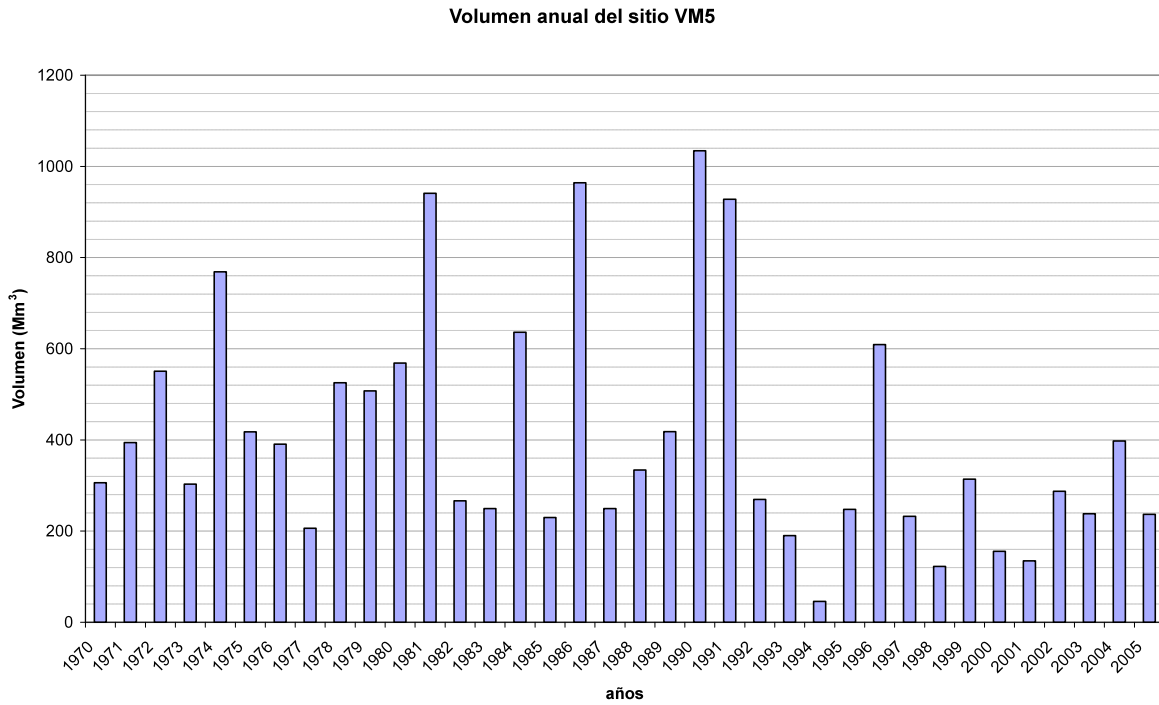


Figura 2.

Volúmenes anuales San Pedro de Conchos en millones de metros cúbicos, periodo de registros 1970-2005.

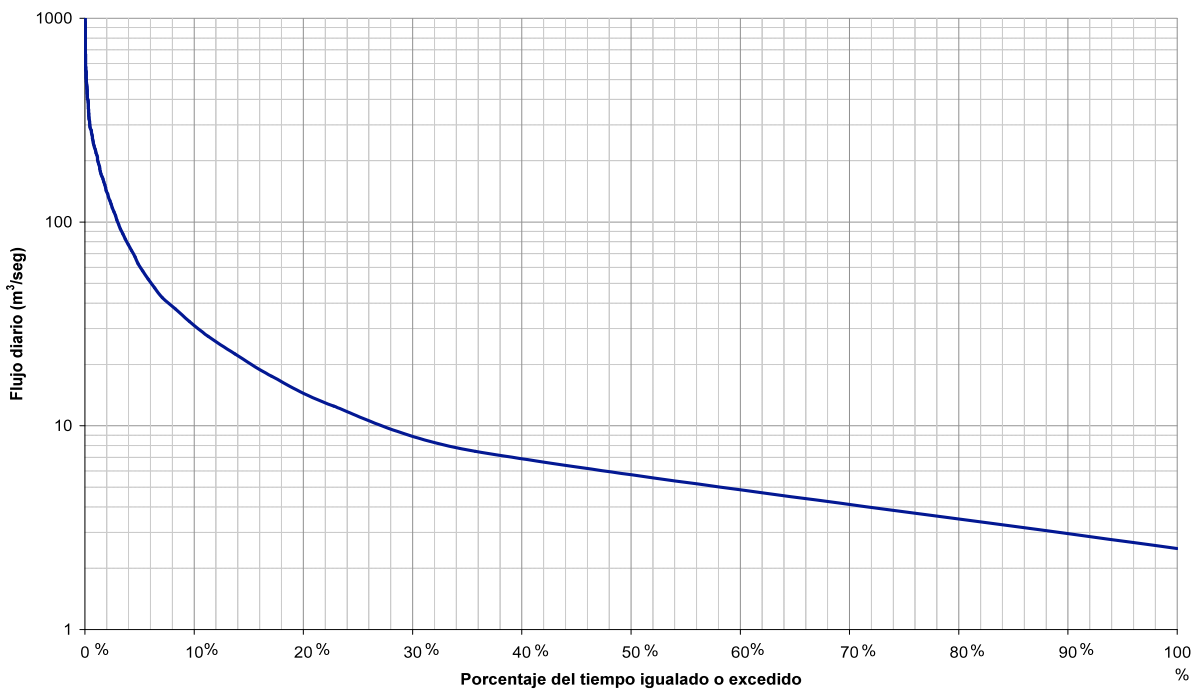


Figura 3. Relación caudal diario-frecuencia VM5 San Pedro de Conchos, para un periodo de registros de 1970-2005.

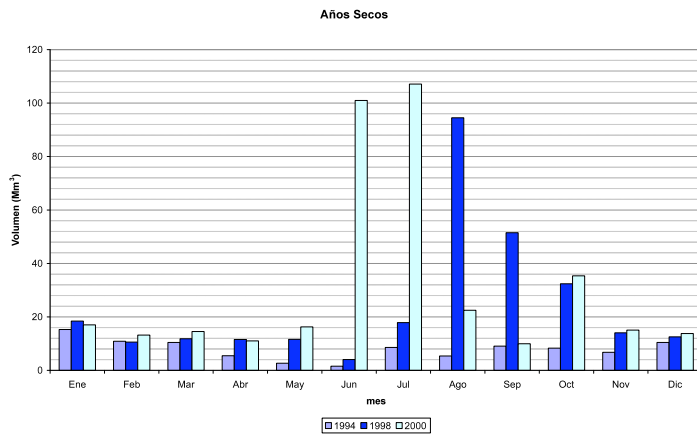


Figura 4. Volúmenes anuales VM5 San Pedro de Conchos, para tres años secos en millones de metros cúbicos.

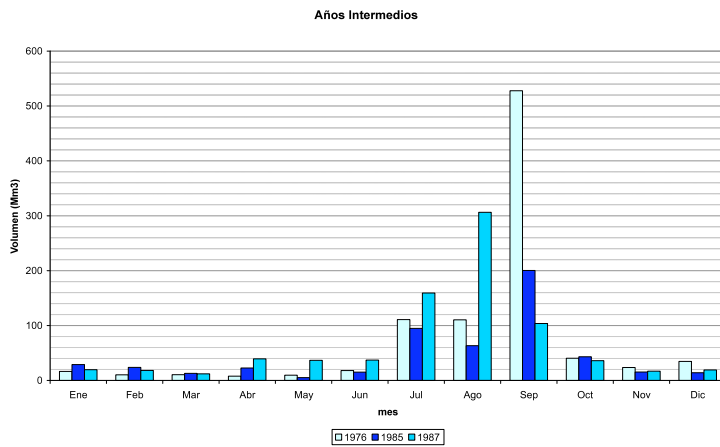


Figura 5. Volúmenes anuales VM5 San Pedro de Conchos, para tres años intermedios en millones de metros cúbicos.

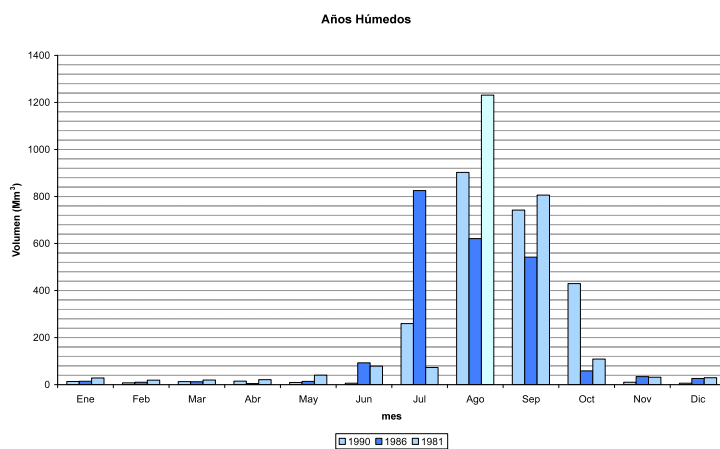


Figura 6. Volúmenes anuales VM5 San Pedro de Conchos, para tres años húmedos en millones de metros cúbicos.

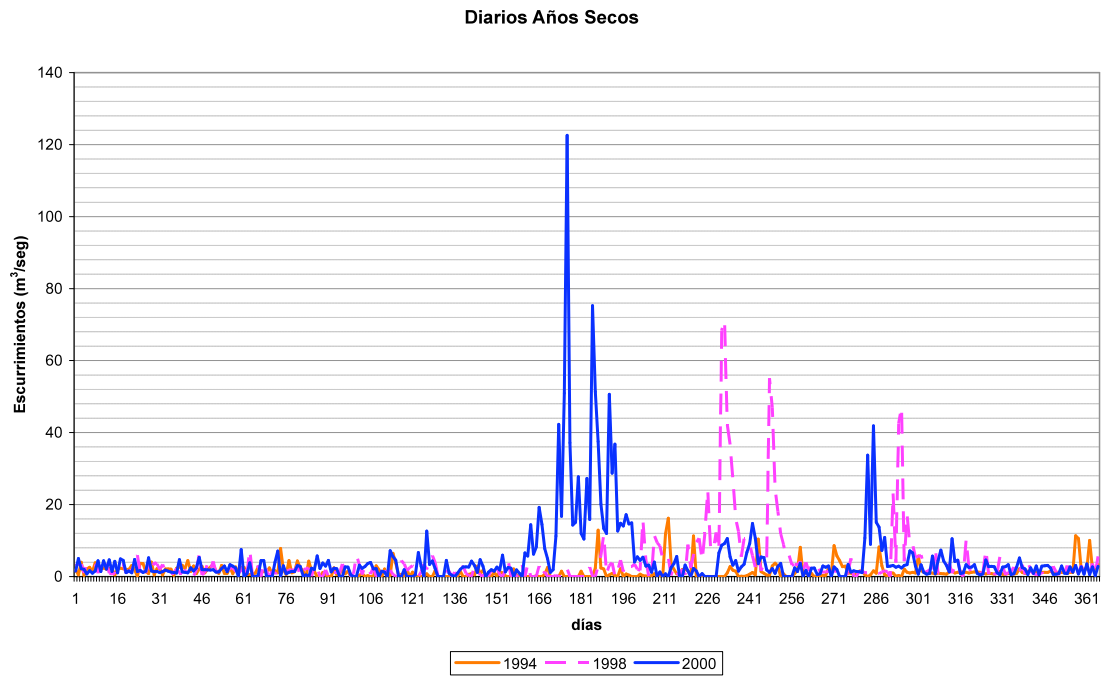


Figura 7. Escurreimientos diarios VM5 San Pedro de Conchos, para tres años secos en metros cúbicos por segundo.

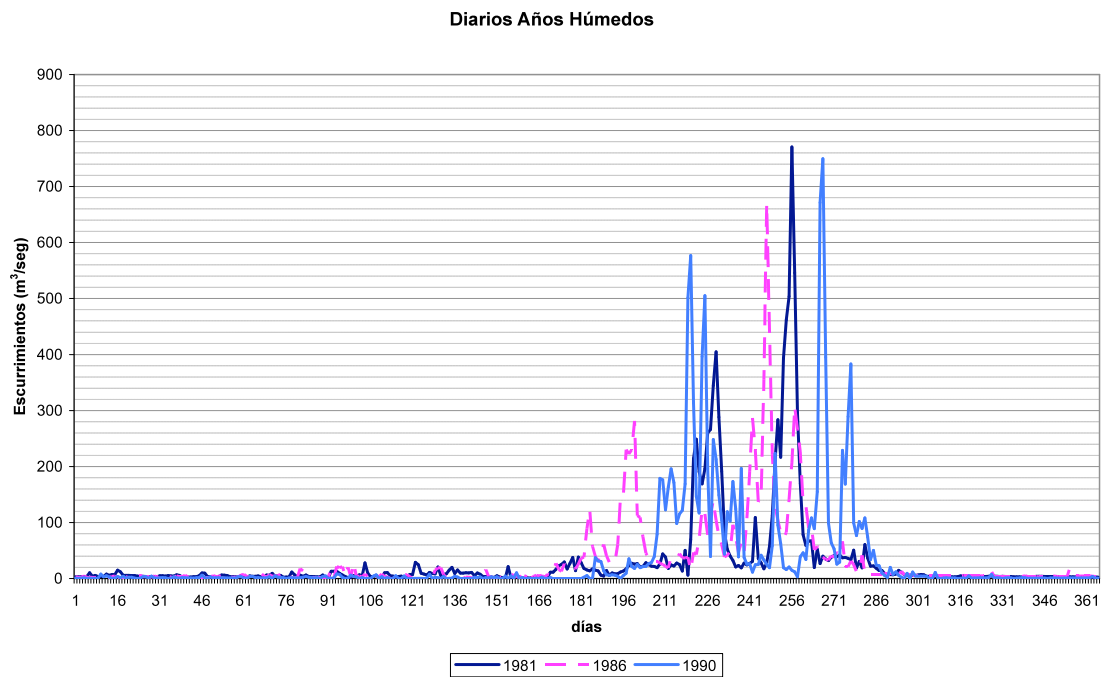
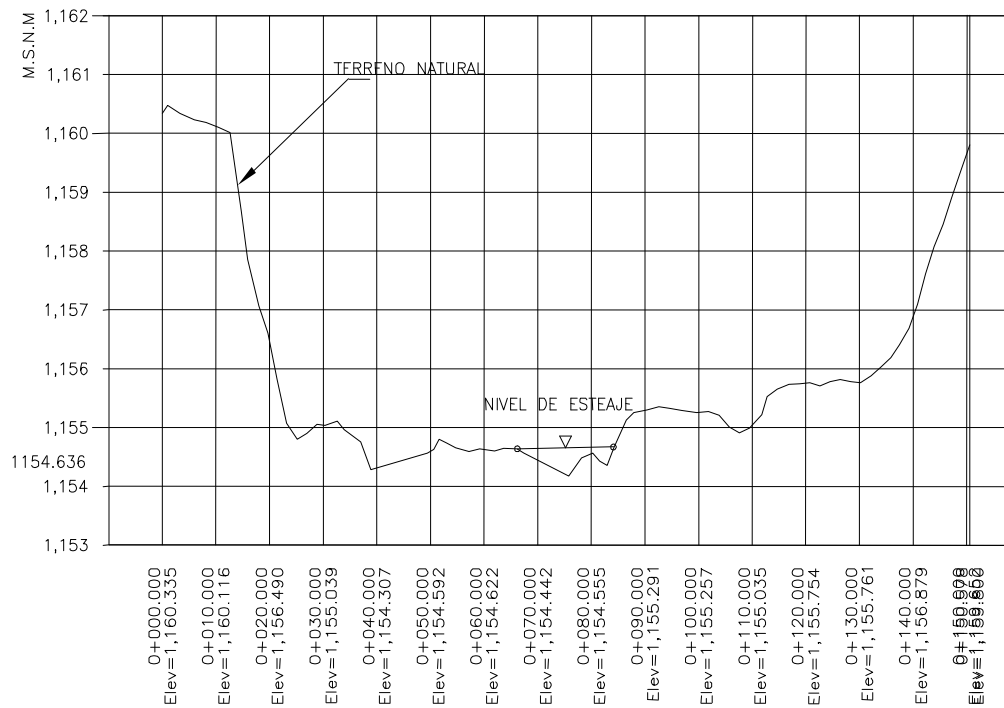


Figura 8. Escurreimientos diarios VM5 San Pedro de Conchos, para tres años húmedos en metros cúbicos por segundo.

# Hidráulica

## Perfil Transversal Río San Pedro-Sitio Rosales

PLANO: PRODUCIDO PARA WORLD WILDLIFE FUND (WWF)  
PROGRAMA MEXICO  
WWF-PROGRAMA DESIERTO CHIHUAHUENSE



### PERFIL DE ROSALES

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 100

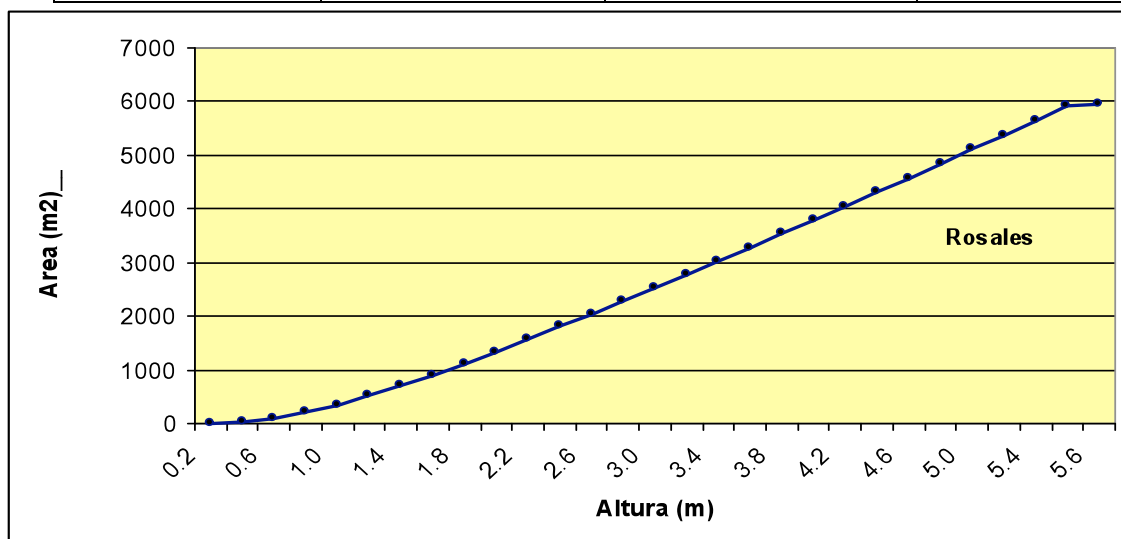
RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO

ING. LUIS CARLOS LAZOS HERRERA  
CED. PROF. 2281428  
TEL. (614) 420-94-15

CHIHUAHUA, CHIH. A 04 DE MARZO DEL 2008

### Relación Altura-Área Río San Pedro-Sitio Rosales Áreas calculadas con el perfil

NUMERO	ALTURA	AREAS	ACUMULADOS
1	0.2	5.814	5.814
2	0.4	22.597	28.411
3	0.6	55.496	83.907
4	0.8	137.334	221.241
5	1	128.231	349.472
6	1.2	170.604	520.076
7	1.4	180.873	700.949
8	1.6	189.518	890.467
9	1.8	220.324	1110.791
10	2	227.23	1338.021
11	2.2	231.936	1569.957
12	2.4	235.608	1805.565
13	2.6	239.215	2044.78
14	2.8	242.399	2287.179
15	3	245.354	2532.533
16	3.2	247.71	2780.243
17	3.4	249.941	3030.184
18	3.6	252.226	3282.41
19	3.8	254.539	3536.949
20	4	256.565	3793.514
21	4.2	258.902	4052.416
22	4.4	261.215	4313.631
23	4.6	263.184	4576.815
24	4.8	265.158	4841.973
25	5	267.237	5109.21
26	5.2	269.384	5378.594
27	5.4	271.548	5650.142
28	5.6	273.726	5923.868
29	5.628	38.154	5962.022



## GEOMORFOLOGIA

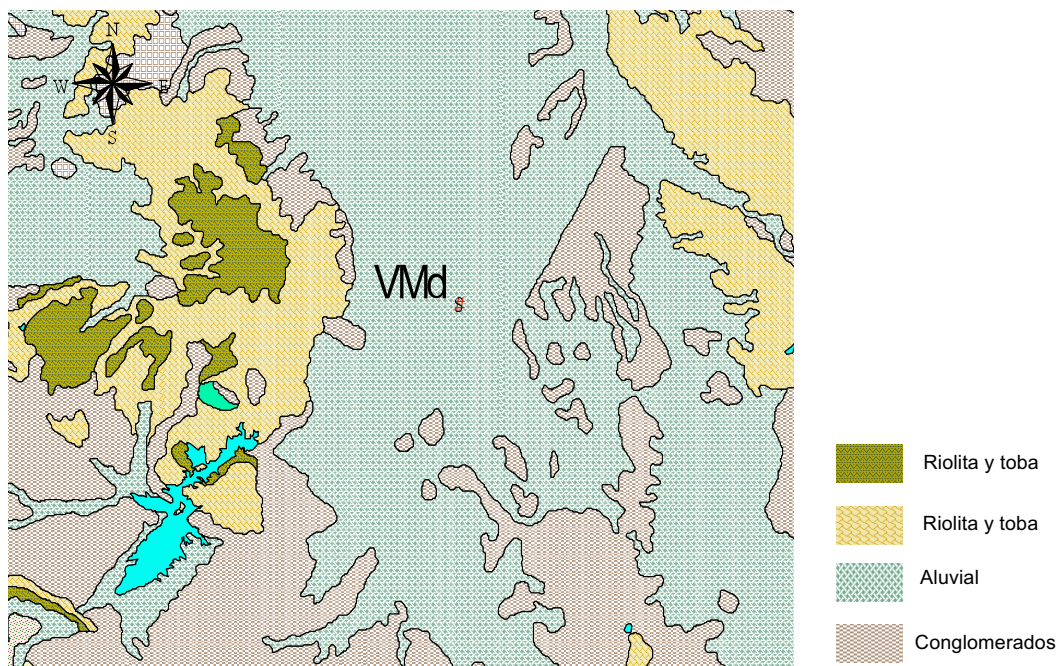
### 5) Localización

La zona donde se ubica el sitio VMd Ortiz se encuentra bien comunicada, el acceso terrestre se lleva a cabo a través de la carretera federal no. 45 hasta la ciudad de Meoqui, de ahí parte una carretera pavimentada al poblado de Rosales y llegando al cruce de esta última carretera con la de Delicias-Congregación Ortiz se parte hacia el sur hasta cruzar con el río, donde 100 metros aguas abajo del puente se encuentra el sitio de estudio.

### 6) Marco Físico

La zona del sitio VMd se encuentra sobre suelo aluvial de la era Cenozoica en donde se incluyen suelos residuales y transportados de poco espesor, sedimentos fluviales formados por corrientes. Los sedimentos están formados por arenas de grano grueso y fino, limos y arcillas.






Geología del Sitio VMd Ortiz


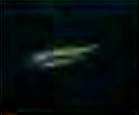

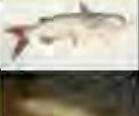
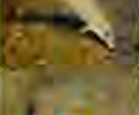

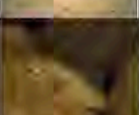



## Peces

### VMd (Congregación Ortiz)

#### PECES

Familia	Especie	Nombre común	Sensibilidad	Norma	Origen	Habitat	Imagen
Caracidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Sardina plateada	M		N	Media Agua, turbia, corriente lenta	
Poeciliidae	<i>Gambusia senilis</i>		S	*	N	Poco profundo	
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Mojarra verde	TN/E		N?	Poco profundo	
Centrarchidae	<i>Lepomis machrochirus</i>	Mojarra azul	TN/E		N?	Poco profundo	
Atherinospidae	<i>Menidia berillina</i>		T		E	Poco profundo	
Cyprinidae	<i>Pimephales vigilax</i>		T		E	Poco profundo	
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>		T		E	Poco profundo	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>		T		E	Poco profundo	

Cuadro de Cambios de Biodiversidad peces (Contreras-Balderas, et al. 200xx)												
Familia	Especie	Nombre común	NOM		1952	1954	1964	1968	1974	1975	1982	2003
					WIETZMAN	HUBBS	SCB	SCB	SCB	SCB	SCB	SCB
Ictaluridae	<i>Pilodyctis olivaris</i>	Pintonle			1							
Cyprinidae	<i>Notropis jemezanus</i>	Río Grande shinner			?	?	102	1				
Cyprinidae	<i>Notropis braytoni</i>	Tamaulipas shinner			?	?	1	2				
Ictaluridae	<i>Ictalurus cf punctatus</i>	bagre de canal			?	?	?	13	18			
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinum</i>	Sucker			6	?	?	?	1	1		
Cyprinidae	<i>Cyprinella panarcys</i>		*		?	?	3	251	?	1		
Cyprinidae	<i>Cyprinodon eximius</i>	cachorrito del Conchos	*		54	118	16	1	?	2		
Cyprinidae	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Longnose dace			?	?	?	?	?	2		

Cyprinidae	<i>Pimephelas promelas</i>	Fathead minnow			60	18	85	382	52	14		
Cyprinidae	<i>Dianda episcopa</i>	Roundnose minnow	*		97	24	35	9	134	73		
Cyprinidae	<i>Codoma ornata</i>	Ornate minnow			?	10	?	?	55	117		
Cyprinidae	<i>Notropis cf. Amabilis</i>	Shinner			24	?	15	?	18	9	1	
Cyprinidae	<i>Campostoma ornatum</i>	Mexican stoneroller	*		?	?	?	1	32	15	3	
Centrarchidae	<i>Lepomis megalotis</i>	Mojarra orejona	*		?	?	5	38	6	?	6	
Cyprinidae	<i>Notropis chihuahua</i>	Chihuahua shinner			450	1	45	118	88	191	7	
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra			5	1	1	7	?	59	11	
Cyprinidae	<i>Cyprinella lutrensis</i>		*		313	?	39	186	154	6	45	
Poeciliidae	<i>Gambusia senilis</i>	Blotchhead gambusia	*		362	43	505	231	185	141	16	24
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	sardinita plateada			33	10	20	505	37	159	30	19

**Integridad del hábitat**

**Fecha: 14 de marzo 2008\_**

**Nombre del Sitio:**

**Congregación Ortiz**

**Río: San Pedro**

Modificadores	Descripción	Cauce del río			Zona Ribereña			Score B	
		Clase	Score A	Peso	Clase	Score A	Peso	Modificaciones del cauce	Modificaciones de la zona ribereña
Extracción de agua	Extracción superficial	crítico	25	14	crítico	21	13	14	10.92
Modificación del flujo	Flujo interrumpido	crítico	25	13	crítico	21	12	13	10.08
Modificación del lecho	Modificado	serio	20	13				10.4	
Modificación del canal	Modificado	largo	15	13	crítico	25	12	7.8	12
Modificación de calidad del agua	Salinidad (Calidad de agua - residual y es	crítico	25	14	pequeño	5	14	14	2.8
Inundación	Ninguna	crítico	21	10	crítico	21	11	8.4	9.24
Plantas macrofitas exóticas	1 exótica	moderado	10	9				3.6	
Fauna acuática exótica	no hay ictiofauna	crítico	25	8				8	
Descarga de desechos sólidos	Ninguna	crítico	25	6	crítico	25	6	6	6
Remoción de vegetación					crítico	25	13		13
Invasión de vegetación exótica					crítico	25	12		12
Erosión de bancos	Baja erosión en los bancos				crítico	25	14		14
<b>Score Final</b>								<b>14.8</b>	<b>9.96</b>
<b>Clase</b>								<b>F</b>	<b>F</b>

Tabla 7. Resultados de evaluación de integridad del hábitat para Ortiz, VMd.

Los resultados de la evaluación definen a este sitio con modificaciones que han alcanzado un nivel crítico y el sistema lótico ha sido modificado totalmente, con una pérdida casi total del hábitat natural y biota. En el peor de los casos, las funciones básicas del sistema han sido destruidas y los cambios pueden ser irreversibles. De acuerdo a estos resultados se pretende llevar al sitio de una clase F a una clase E, como un primer paso.

Donde la clasificación de score, indica:

Score A, 100% sin modificar, 80-99% pocas modificaciones, 60-79% moderadamente modificado, 40-59% modificado a gran escala, 20-39% pérdidas marcadas, 0-19% nivel crítico de modificaciones.

Score B, de la fórmula:  $(\text{Score A} \times \text{Peso}) / 25$ , Prof. Jay O'Keeffe

Score Final : 100- la sumatoria de Scores B, Prof. Jay O'Keeffe

## Recommended Environmental Flows

### CAUDALES ECOLOGICOS EN LA CUENCA DEL RIO CONCHOS

ESCENARIOS	PROPUESTA DE EXPERTO EN: m <sup>3</sup> /seg	VALLE DEL ROSARIO RIO BALLEZA	VALLE DE ZARAGOZA RIO CONCHOS	CAMARGO RIO CONCHOS	ORTIZ RIO SAN PEDRO
<b>AÑOS SECOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	7	10	0.5	1
	INVERTEBRADOS	7	10	0.5	1
	VEGETACION	7	5		1
	<b>ADOPTADO</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	15	60	1.5	2.5
	INVERTEBRADOS	7	60	1.5	2.5
	VEGETACION	7	93	1	2.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>20</b>
<b>AÑOS HUMEDOS</b>					
Unidades en m <sup>3</sup> /seg					
ESCURRIMIENTOS BAJOS	PECES	15	20	1	1.5
	INVERTEBRADOS	15	20	1	1.5
	VEGETACION	15	5		1.5
	<b>ADOPTADO</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>
ESCURRIMIENTOS ALTOS	PECES	40	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	INVERTEBRADOS	35	CAUDAL EN CONJUNTO	3	3
	VEGETACION	35	CAUDAL EN CONJUNTO		3
	<b>ADOPTADO</b>	<b>40</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
CRECIDAS	PECES	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	INVERTEBRADOS	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	VEGETACION	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO	CAUDAL EN CONJUNTO
	<b>ADOPTADO</b>	<b>230</b>	<b>260</b>	<b>40 MAS DERRAMES</b>	<b>20 MAS DERRAMES</b>

Tabla 8. Propuesta de especialistas para caudales ecológicos en los sitios de análisis en la cuenca del río Conchos (Taller 200)



## Flow motivation forms

### CAUDAL ECOLOGICO PARA AÑO SECO

#### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
PECES	1.6	40	
MACROINVERTEBRADOS	1	40	
VEGETACION			

#### Comentarios

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de **1.0 m<sup>3</sup>/seg**

#### Consecuencias de no proveer este caudal

#### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
PECES	6,5	75	
MACROINVERTEBRADOS	6.2		
VEGETACION			

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de **2.5 m<sup>3</sup>/seg**

#### Consecuencias de no proveer este caudal



## AÑO HUMEDO

### PERIODO DE CAUDALES BAJOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de ...

#### Consecuencias de no proveer este caudal

### PERIODO DE CAUDALES ALTOS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad (cm)	Velocidad media (m/s)
<b>PECES</b>			
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>			
<b>VEGETACION</b>			

#### Razones para recomendar este caudal

de acuerdo a la discusión que se realizó con el grupo de expertos, la propuesta del valor de Qeco concertado es de ...

#### Consecuencias de no proveer este caudal



## Recommended flood flows

### PROPUESTA DE CRECIDAS

#### Régimen de crecidas naturales (m<sup>3</sup>/s)

10-12	Común a lo largo del año (12 días al año, 4 eventos de tres días)
12-50	Común a lo largo del año (tres veces al año)
50-80	Una vez al año
80-100	Una vez cada dos años

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>VEGETACION</b>	10		
	40		
	65		
	90		
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	10		
	40		
	65		
	90	1	CADA DOS AÑOS

#### Consecuencias de no proveer este caudal

La propuesta de crecidas en este sitio de análisis quedará definida con un caudal igual al que se deriva para el DR 005 y Unidades de riego que existen entre la presa Francisco I. Madero y el punto en cuestión, por un periodo de 24 horas, el día 1o de octubre de cada año.



## REGIMEN DE CRECIDAS

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Nº de eventos	Duración
<b>PECES</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>MACROINVERTEBRADOS</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>VEGETACION</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	10-12		
	12-50		
	50-80		
	80-100		

### Consecuencias de no proveer este caudal

La propuesta de crecidas en este sitio de análisis quedará definida con un caudal igual al que se deriva para el DR 005 y Unidades de riego que existen entre la presa Francisco I. Madero y el punto en cuestión, por un periodo de 24 horas, el día 1o de octubre de cada año. Además de considerar los derrames que presente la presa como parte del caudal ecológico.

## BBM

### VOLUMENES ANUALES ECOLOGICOS RECOMENDADOS

CONDICION	VOLUMEN ANUAL		
	Mm3	% OF MAR	% MAN
DROUGHT LOW	59	84%	16%
MAINT. LOW	44	63%	12%
DROUGHT			
FLOOD	2	3%	0.5%
MAINT. FLOOD	2	3%	1%
TOTAL			
DROUGHT	61	87%	16%
TOTAL MAINT.	46	66%	12%

MAR (MEAN ANNUAL RUNOFF VOLUME) → Volumen de escurrimiento medio anual (Mm3) 70  
 MAN (MEAN ANNUAL NATURALIZED VOLUME) → Volumen medio anual natural (Mm3) 377

Tabla 17. Tabla de volúmenes anuales ecológicos recomendados para Ortiz, VMd.

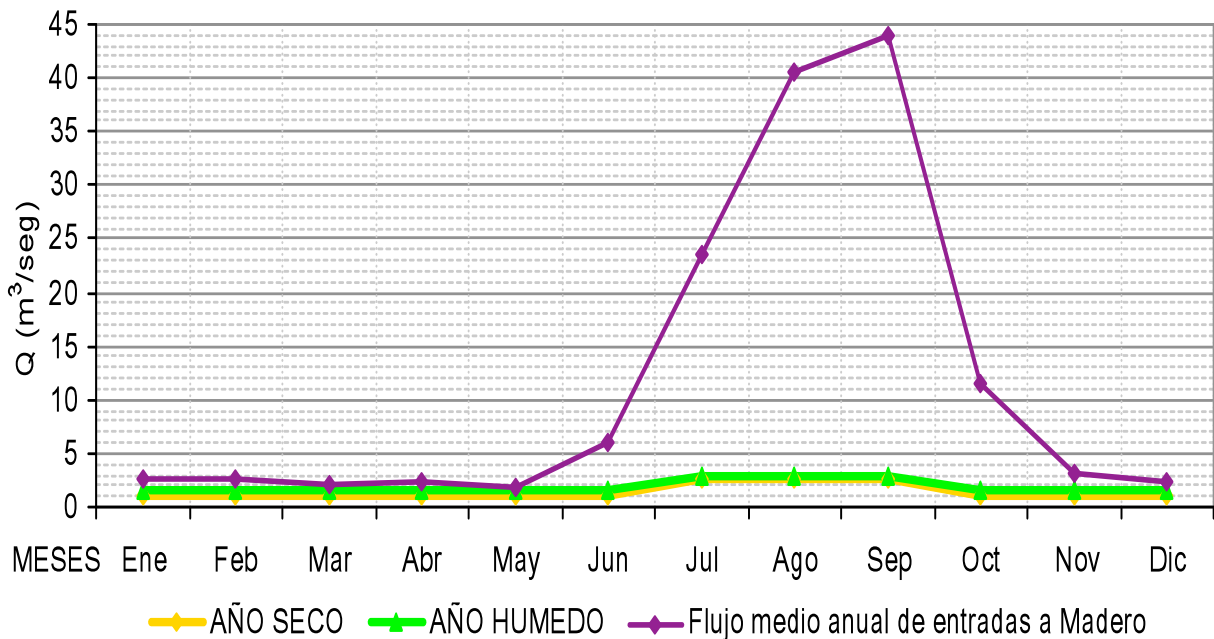


Figura 7. Hidrograma de caudales ecológicos recomendados para un año seco y uno húmedo con respecto a los escurrimientos de entradas a la presa Francisco I. Madero como referencia, en el sitio de estudio de Ortiz, VMd.

VMd "Congregación Ortiz"	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	% OF MAR
<b>EFR MAINTENANCE LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	1.5	1.5	1.5	43.5	63
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2.7	2.4	2.7	2.6	2.7	2.6	6.7	6.7	6.5	2.7	2.6	2.7		
<b>EFR MAINTENANCE HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)										20-30			1.7	3
Depth (m) section														
Duration (days)										1				
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )										1.70				
<b>EFR DROUGHT LOW FLOWS</b>														
Flow (m <sup>3</sup> /s)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	2.50	2.50	1.00	1.00	1.00	59.2	84
Depth (m) section														
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	4.0176	3.6288	4.0176	3.888	4.0176	3.888	8.0352	8.035	7.776	4.0176	3.888	4.018		
<b>EFR DROUGHT HIGH FLOWS</b>														
Flow (Instantaneous peak, m <sup>3</sup> /s)										20-30			1.7	3
Depth (m) section														
Duration (days)										1				
FDC % (actual)														
Volume (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )										1.70				

Tabla 16. Tabla de flujos ecológicos recomendados (EFR) para Ortiz, VMd.

MAR: Mean Annual Runoff Volume (Volumen de escurrimiento medio anual)

EFR: Environmental Flow Regime (Régimen de flujo ambiental)

Maintenance low and high flows (Esgurrimientos bajos y altos en años húmedos)

Drought low and high flows (Esgurrimientos bajos y altos en años secos)