

5.1. Hidrografía

El área de estudio se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 9 Sonora Sur; el río Yaqui es la corriente más importante de esta Región, drena un área de 69,590 km² hasta la presa Alvaro Obregón y aproximadamente 72,575 km² hasta su desembocadura en el Golfo de California. Su escurrimiento medio anual es de 3,300 millones de m³ hasta la presa Alvaro Obregón.

El río Yaqui tiene su origen en el parteaguas con la Región Hidrológica 24 que se localiza en el estado de Chihuahua. Nace a 50 km de Creel, Chihuahua, a una altitud de 2,982 m, donde se le conoce como arroyo Cueva del Toro, de curso oriente, desciende hasta una altitud de 2,150 m y recibe por su margen derecha al río Papigochic del cual toma su nombre; discurre por zonas planas hasta ser controlado por la presa Abraham González, en el estado de Chihuahua.

Hasta la confluencia del río Bavispe, al colector general se le denomina río Aros o Papigochic, cuyo curso general es noroeste, y donde la topografía continúa siendo accidentada.

El río Bavispe descarga al colector general por su margen derecha a una altitud de aproximadamente 480 m, es el afluente más grande y toma el nombre del río Yaqui a partir de esta confluencia. De aquí, el colector general cambia su curso hasta la confluencia con el río Sahuaripa, afluente de mediana extensión que descarga por su margen izquierda a unos 390 m.

En la zona de confluencia con el río Sahuaripa, el río Yaqui modifica su curso hacia el poniente, fluye por una topografía accidentada y recibe las aportaciones de algunos afluentes de escasa importancia hasta que al extremo del mismo, por su margen derecha descarga el río Moctezuma, a una altitud de 250 m.

Nuevamente, en la confluencia del río Moctezuma, el río Yaqui cambia su curso hacia el sur, rumbo que conserva hasta la población de Córorit, Sonora, aguas abajo de la presa Alvaro Obregón, en donde se inicia la zona deltáica. En este tramo el cauce del río Yaqui tiene una pendiente suave que desciende desde una altitud de 250 m, en la confluencia con el río Moctezuma, hasta 25 m en la zona de Córorit. A lo largo de este recorrido se localizan algunos pequeños valles en las márgenes de la corriente y los afluentes son de escasa extensión, con topografía variable tendiendo a accidentada.

En la población de Córorit el cauce del río Yaqui cambia su curso hacia el poniente, en donde se desarrolla la zona deltáica del mismo y finalmente descarga en el Golfo de California entre los esteros Bámori y Algodones, al norte de la bahía de Lobos.

El Valle del Yaqui se encuentra localizado entre la presa Alvaro Obregón y el Golfo de California, y forma parte de la cuenca del río Yaqui y parcialmente del arroyo Cocoraque.

Comprende los Distritos de Riego 041-Río Yaqui y 018-Colonias Yaquis. Estos Distritos son irrigados con agua de la presa Alvaro Obregón, a través de los canales principales Alto y Bajo del Yaqui y el canal Principal Colonias Yaquis, respectivamente.

5.2. Corrientes superficiales

Río Mulatos

Su cuenca es en general de topografía accidentada, aún cuando en su porción alta localizada en las zonas de Yécora y Maicova, Sonora y Yepachic, Chihuahua, la topografía es suave y existen algunas planicies. En casi la totalidad de su extensión la cuenca esta cubierta de abundante vegetación. El río Mulatos está situado en zonas contiguas a las cuencas de los ríos Tutuaca y Sahuaripa.

El colector tiene sus orígenes al oriente de la cuenca, 10 km al este de Yepachic, Chihuahua, a una altitud de 2,540 m. En la zona contigua a los orígenes del río Mayo lleva el nombre de río Yepachic; sigue un curso hacia el poniente y a una altitud de 1,080 m recibe por su margen izquierda al río Mulatos, formado por los arroyos El Toro y Talayote, con orígenes en las zonas de Yécora y Maicova, Sonora. A partir de la confluencia del río Mulatos, el Yepachic toma el nombre de aquél y cambia su curso hacia el norte, hasta descargar en el río Papigochic, por su margen izquierda, a una altitud de 705 m.

Río Bavispe

Este río es el afluente más importante en la cuenca del Yaqui, con un área drenada de 22,455 km² que constituye la tercera parte del área total de la cuenca; de esta superficie 3,827 km² están comprendidos en territorio de los Estados Unidos de América; el segundo lugar en extensión lo ocupa el río Moctezuma con 6,997 km².

La cuenca colinda por el oriente con la Región Hidrológica 34; por el noreste, norte y noroeste con corrientes que drenan hacia el río Colorado; por el oeste con la cuenca alta del río Sonora y gran parte de la cuenca del río Moctezuma, y por el sur con los ríos Chico, Bonito y Nácori Chico, afluentes del colector general.

El río Agua Prieta afluente del Bavispe, se origina en los Estados Unidos de América, fluye hacia el sur, y ya en territorio mexicano, cambia su rumbo hacia el este-sureste, captando por margen derecha al arroyo Fronteras. Continúa su flujo hacia el oriente y en la afluencia por margen izquierda del río San Bernardino cambia su rumbo hacia el sur y su nombre a río Batepito, el que conserva hasta su afluencia por margen derecha con el Bavispe, que es el colector general.

En las cuencas de los ríos Agua Prieta y San Bernardino, existen grandes planicies localizadas tanto en territorio de los Estados Unidos como en el de México. La cuenca del arroyo Fronteras, afluente del río Agua Prieta, es de topografía relativamente plana;

manifestándose algunos valles de importancia en los orígenes del Bavispe y hasta la confluencia del río Batepito. En el resto de la cuenca la topografía es accidentada.

La casi totalidad de la cuenca está carente de bosques, salvo los orígenes del río Bavispe y algunas pequeñas zonas en los inicios del río Agua Prieta, en el Parque Nacional Coronado en territorio de los Estados Unidos de América, así como también en los orígenes del río San Bernardino en la Sierra San Luis, en territorio mexicano.

El río Bavispe nace a 35 km al noroeste de Chihuahua, Chihuahua. Este tramo del río es de topografía media con un curso norte que cambia a sur; al penetrar a la zona de topografía accidentada, recibe al río Chuhichupa por margen izquierda, a una altitud de 1,370 m, el que tiene rumbo noroeste en el estado de Chihuahua.

En la confluencia anterior el colector toma el nombre de río Bavispe y sigue su curso general norte-noroeste, el que conserva hasta la afluencia del río Batepito. Este tramo de cuenca es alargado, de topografía accidentada, aún cuando en las márgenes de la corriente y aguas abajo de la afluencia del río Huachinera, existen algunos valles de pequeña extensión.

El río Batepito es el aportador más importante del río Bavispe al que afluye por su margen derecha a una altitud de 835 m. Su cuenca es de gran extensión ya que cubre una superficie de 10,070 km² hasta la confluencia antes mencionada, de los que una parte se localiza en los Estados Unidos de América. El área es en general de topografía suave con algunas zonas de drenaje deficientes situadas en los orígenes del río Agua Prieta en territorio de los Estados Unidos de América.

El río Batepito tiene sus orígenes a una altitud de 2,440 m en las montañas Chiricahua, en el parteaguas con la cuenca del río Gila en el territorio de los Estados Unidos de América y 58 km al norte de Agua Prieta, Sonora. Inicialmente sigue un curso poniente con el nombre de arroyo La Ceniza; desciende hasta altitudes del orden de 1,300 m y cambia su curso hacia el sur, donde fluye por zonas de drenaje poco definido con el nombre de río Agua Blanca; penetra a territorio mexicano en las inmediaciones de Agua Prieta, Sonora, toma el nombre de esta población y drena zonas de topografía un poco más accidentada. A 10 km al sur de Agua Prieta, Sonora, a una altitud de 1,110 m recibe por su margen derecha las aportaciones del arroyo Cabullona y cambia su curso al oriente. Posteriormente recibe por la margen derecha al arroyo Fronteras a una altitud de 1,010 m y después, por su margen izquierda, a una altitud de 930 m, al río San Bernardino a partir de donde cambia su curso al sur y su nombre al de río Batepito. Por último, descarga en el río Bavispe, a una altitud de 835 m.

El arroyo Fronteras es un aportador del río Agua Prieta; tiene una gran extensión y drena por el poniente las sierras Los Ajos y Magallanes y por el oriente la sierra que forma el parteaguas con los ríos Bavispe y Batepito. La corriente nace a 22 km al poniente de la cortina de la presa La Angostura con el nombre de arroyo Esqueda, a una altitud de 1,800 m; su curso general es norte y aguas abajo de la confluencia del arroyo Turibama

cambia su nombre al de arroyo Fronteras y descarga al río Agua Prieta por su margen derecha.

El río San Bernardino es otro aportador importante del río Agua Prieta; su cuenca es de topografía suave a lo largo del curso de la corriente, cambiando por accidentada en su parteaguas occidental y principalmente en el oriental. Este río nace en las estribaciones sur de las montañas Chiricahua, a una altitud de 1,830 m.

Su curso general es sur y al penetrar en territorio mexicano cambia su nombre al de río San Bernardino; recibe por margen izquierda a una altitud de 960 m, al arroyo Cajón Bonito que es su único aportador importante; finalmente descarga al río Agua Prieta por la margen izquierda, a una altitud de 930 m.

A partir de la confluencia del río San Bernardino, el río Agua Prieta cambia su curso al sur y su nombre al de río Batepito. En este tramo drena una cuenca de topografía accidentada y carente de aportadores importantes, fluyendo finalmente al río Bavispe, a una altitud de 835 m.

Desde la confluencia del río Batepito, el río Bavispe sigue un curso general al sureste hasta que descarga al río Yaqui. Este tramo es de gran longitud; fluye su cuenca estrecha y de topografía accidentada y carece de aportadores de importancia, con excepción del río Bacadehuachi, que tiene regular extensión, y fluye por margen izquierda, aguas arriba de la confluencia al Yaqui. Este tramo prácticamente carece de bosques salvo en la parte alta de la cuenca de este arroyo.

Al inicio de este tramo se encuentra la presa La Angostura, construida por la extinta Comisión Nacional de Irrigación con fines de riego y generación de energía hidroeléctrica. Antes de su construcción aguas abajo de la cortina de esta presa, dicha Comisión operó la estación hidrométrica Angostura I, en la que se registró un escurrimiento medio anual de 282 millones de m³, en el período comprendido de julio de 1937 a junio de 1941. A partir de enero de 1943, las extracciones y derrames de la presa se midieron en la estación Angostura II, localizada ligeramente aguas abajo de aquella y en la que se registró un escurrimiento medio anual de 449 millones de m³ en su período de operación.

Río Sahuaripa

Esta corriente es un afluente del río Yaqui de mediana extensión; colinda por el oriente y sur con la cuenca del río Mulatos; por el sur poniente con la del río Chico y por el poniente con el río Bacanora, corrientes que fluyen directamente al río Yaqui. La forma de su cuenca es alargada en sentido norte-sur y la topografía es en general accidentada, salvo en una pequeña área situada en las márgenes de la corriente en las zonas de Arivechi y Sahuaripa, Sonora. Las cuencas alta y media están totalmente cubiertas de bosques y únicamente la cuenca baja en su extremo norte, carece de ellos.

El río Sahuaripa tiene sus orígenes 6 km al norte de Yécora, Sonora, a una altitud de 1,805 m en el parteaguas con la cuenca del río Mulatos. Su curso general es norte-noroeste, pasa por las inmediaciones de Arivechi, Sonora, de donde penetra a zonas de topografía plana. Aguas abajo recibe por su margen derecha a una altitud de 515 m, al arroyo Tarachi único aportador de importancia del río Sahuaripa; abajo de la confluencia anterior el río Sahuaripa fluye por zonas planas, pasa por las inmediaciones de Sahuaripa, Sonora, y penetra nuevamente a una pequeña zona de topografía accidentada para finalmente y a una altitud de 390 m, descargar al colector general por su margen izquierda.

Río Moctezuma

Este río ocupa el segundo lugar en cuanto a área drenada entre los afluentes del río Yaqui. La cuenca prácticamente carece de bosques, pero sus recursos mineros son muy importantes, principalmente el cobre. Dentro de ella se localizan las poblaciones de Nacozari, Cumpas, Moctezuma y San Pedro de la Cueva.

La cuenca colinda por el oriente con la del río Bavispe y por el poniente con la del río Sonora; su forma es alargada en dirección norte-sur y su topografía es en general accidentada, existiendo sin embargo, algunos valles en las márgenes de la corriente. Sus únicos aportadores de relativa importancia son los arroyos Tepache y Coronado, por margen izquierda y derecha respectivamente.

El río Moctezuma tiene sus orígenes en el parteaguas común con la cuenca del río Sonora y la del arroyo Fronteras. Nace a una altitud de 2,486 m en la sierra La Púrica, 20 km al norte-noroeste de Nacozari, Sonora, con el nombre de arroyo Nacozari; su curso general es hacia el sur; desciende rápidamente y recibe por margen derecha a una altitud de 830 m al arroyo Santa Rosa, cambia su nombre al de río Moctezuma; pasa por las inmediaciones de cumpas y Moctezuma, Sonora, y antes de fluir a través de la sierra de los Caballos, recibe una altitud de 450 m por margen izquierda al arroyo Tepache. Abajo de aquella sierra recibe también por margen derecha al arroyo Coronado a una altitud de 370 m; finalmente descarga al río Yaqui por su margen derecha a una altitud de 250 m.

Ligeramente debajo de la confluencia del arroyo Batuc, la Comisión Federal de Electricidad registraba el régimen del río Moctezuma en la estación hidrométrica La Junta, en la que se observó un escurrimiento medio anual de 46 millones de m³.

Río Chico

El río Chico es un afluente del río Yaqui de mediana extensión; su cuenca colinda por el sur y oriente con la del río Mayo; por el oriente en una pequeña zona con la del río Mulatos; por el noreste con la del río Sahuaripa y por el oeste con una serie de pequeñas corrientes que descargan directamente con el colector general. Su cuenca es del tipo de abanico orientada en dirección norte-sur aproximadamente y con descarga al oeste. Está

totalmente cubierta de bosques y su topografía es accidentada, exceptuando algunos pequeños valles en sus cuencas media y baja.

Esta corriente tiene sus orígenes 16 km al noroeste de Yécora, Sonora, en la parte nororiente de su cuenca, hacia el parteaguas con la cuenca del río Sahuaripa, a una altitud de 1,800 m.

Inicialmente sigue su curso suroeste y lleva el nombre de arroyo La Trinidad, el que después cambia al de río Chico; recibe por margen izquierda en un pequeño valle situado a 7 km al noroeste de Nuri, Sonora, y a una altitud aproximada de 320 m, al río Nuri que constituye el único aportador de importancia; aguas abajo en la zona de Movas, Sonora, cambia su curso bruscamente al noroeste escurriendo por pequeños valles para finalmente descargar por su margen izquierda al colector general a una altitud de aproximadamente 150 m.

Río Tecoripa

Es un afluente con cuenca de mediana extensión de forma alargada en dirección nortesur; su topografía es ligeramente accidentada con algunos valles en su parte central y occidental. La única zona con bosques se localiza en una franja a lo largo del parteaguas oriental. Colinda por el este con una serie de pequeñas corrientes que descargan directamente al colector general; por el oeste y norte con la cuenca del río Mátape y por el suroeste con la del arroyo Agua Caliente o Sahuaral.

El río Tecoripa tiene sus orígenes en el parteaguas con el río Mátape a 32 km al oeste de la cortina de la presa Plutarco Elías Calles y a una altitud de 750 m. Su curso general es hacia el sur y pasa por las inmediaciones de Tecoripa, Suaqui Grande y Cumuripa. Aguas abajo de esta última población descarga por la margen derecha en los orígenes del embalse de la presa Alvaro Obregón.

Arroyo Agua Caliente (Sahuaral)

Es también un afluente del río yaqui de mediana extensión; su cuenca colinda por el noreste con la del río Tecoripa; por el norte con la del río Matape; por el poniente con una serie de corrientes que descargan directamente al Golfo de California y por el sur con algunos pequeños afluentes del río Yaqui en su zona deltáica. La cuenca es de topografía media, su vegetación es escasa y está limitada al poniente por la sierra del Bacatete.

El arroyo Agua Prieta o Sahuaral nace al una altitud de 680 m en el parteaguas con el río Mátape en el extremo norte de la cuenca. Su curso general es sureste y descarga por la margen derecha a una altitud de 90 m en la parte media del embalse de la presa Alvaro Obregón.

5.3. Estaciones hidrométricas

Las estaciones hidrométricas localizadas en el área de estudio, las cuales se encuentran actualmente en operación se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 5.1. Estaciones hidrométricas en operación en la cuenca del río Yaqui.

ESTACION	OPERA*	LATITUD	LONGITUD	CORRIENTE	GASTO MIN (m ³ /s)	GASTO MAX (m ³ /s)	GASTO MEDIO (m ³ /s)	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL (hm ³)
Guápoca	CFE	29° 09' 56"	108° 18' 10"	Río Yaqui	0.62	1,544.0	22.3	704.2
Paso Nácori	CFE	29° 25' 42"	109° 05' 28"	Río Papigochic	0.64	4,225.0	61.5	1,939.7
El Cubil	CFE	29° 13' 11"	109° 14' 56"	Río Papigochic	0.78	4,675.0	78.6	2,478.9
El Novillo II	CNA	28° 56' 48"	109° 37' 14"	Río Yaqui	0.0	4,566	91.1	2,873.5

* CFE: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

* CNA: COMISION NACIONAL DEL AGUA

Guápoca

Se localiza sobre el río Papigochic, en el municipio de Ciudad Madera, Chihuahua, en las coordenadas geográficas 29° 09' 56" latitud norte y 108° 18' 10" longitud oeste, a una altitud de 1,240.6 m; el área drenada hasta el sitio es de 10,852 km².

La estación es operada por la Comisión Federal de Electricidad y tiene por objeto determinar el régimen hidráulico de la corriente para aprovechamientos futuros; inició sus operaciones en el mes de mayo de 1957 y se continúa hasta la fecha.

El escurrimiento medio en el período de 1958 a 2002 es de 704.2 hm³ anuales, con un gasto máximo observado de 1,544 m³/s en el mes de septiembre de 1974 y un gasto mínimo de 0.62 m³/s en mayo de 1961.

Paso Nácori

Se localiza sobre el río Papigochic, en el municipio de Nácori Chico, Sonora, en las coordenadas geográficas 29° 25' 42" latitud norte y 109° 05' 28" longitud oeste, a una altitud de 506.9 m; el área drenada hasta el sitio es de 23,721 km².

La estación es operada por la Comisión Federal de Electricidad y tiene por objeto determinar el régimen hidráulico de la corriente para aprovechamientos futuros; inició sus operaciones en el mes de agosto de 1957 y se continúa hasta la fecha.

El escurrimiento medio en el período de 1958 a 2002 es de 1,939.7 hm³ anuales, con un gasto máximo observado de 4,225 m³/s en el mes de octubre de 1978 y un gasto mínimo de 0.64 m³/s en junio de 1961.

El Cubil

Se localiza sobre el río Yaqui, en el municipio de Sahuaripa, Sonora, en las coordenadas geográficas 29° 13' 11" latitud norte y 109° 14' 56" longitud oeste, a una altitud de 333.9 m; el área drenada hasta el sitio es de 49,121 km².

La estación es operada por la Comisión Federal de Electricidad y tiene por objeto registrar las entradas al vaso de la presa Plutarco Elías Calles (El Novillo); inició sus operaciones en el mes de junio de 1965 y se continúa hasta la fecha.

El escurrimiento medio en el período de 1966 a 2002 es de 2,478.9 hm³ anuales, con un gasto máximo observado de 4,675 m³/s en el mes de octubre de 1978 y un gasto mínimo de 1.4 m³/s en marzo de 1981.

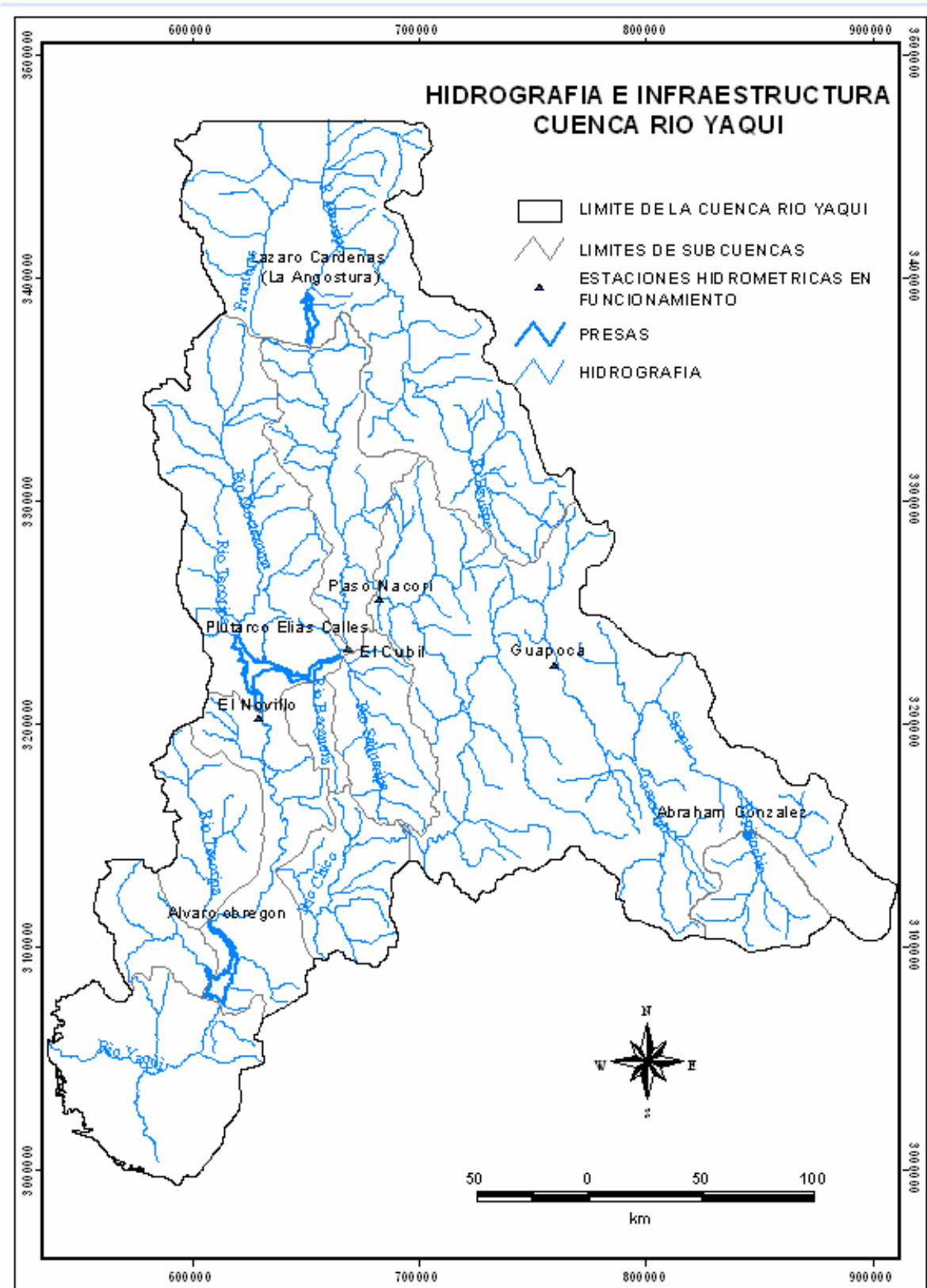
El Novillo II

Se localiza sobre el río Yaqui, en el municipio de Sahuaripa, Sonora, a unos 5 km aguas abajo de la cortina de la presa El Novillo, en las coordenadas geográficas 28° 56' 48" latitud norte y 109° 37' 14" longitud oeste, a una altitud de 240 m; el área drenada hasta el sitio es de 57,908 km².

La estación es operada por la Comisión Nacional del Agua y tiene por objeto registrar las extracciones de la presa Plutarco Elías Calles (El Novillo); inició sus operaciones en el mes de junio de 1958 y se continúa hasta la fecha.

El escurrimiento medio en el período de 1959 a 2002 es de 2,873.5 hm³ anuales, con un gasto máximo observado de 4,566 m³/s en el mes de enero de 1960 y un gasto mínimo de 0.0 m³/s en diferentes fechas.

Figura 5.1. Distribución de presas y estaciones hidrométricas, cuenca del río Yaqui



5.4. Presas

El río Yaqui cuenta con tres presas principales para el almacenamiento, control de avenidas y generación de energía eléctrica, siendo estas: Lázaro Cárdenas (Angostura), Plutarco Elías Calles (El Novillo) y Alvaro Obregón (El Oviachic), describiéndose a continuación sus principales características y almacenamientos recientes.

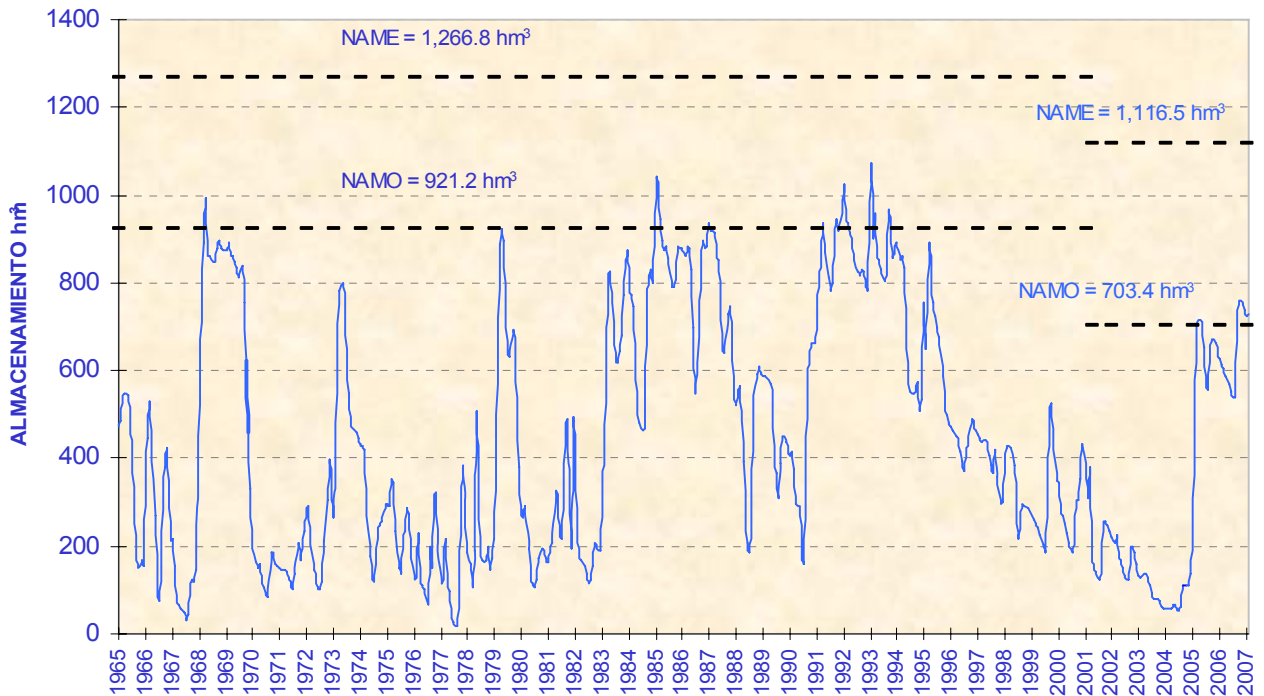
Lázaro Cárdenas (Angostura)

Esta presa fue construida con el propósito de riego, durante el período de 1936 a 1942 y se sitúa a unos 25 kilómetros al este de la población de Nacozari, Sonora.

Tiene una capacidad al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) de 703.4 hm^3 , mientras que al Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) su capacidad es de $1,116.5 \text{ hm}^3$.

De su registro histórico, se observa que la presa La Angostura ha tenido bajos almacenamientos durante los últimos años, observándose un descenso a partir de 1994, con una recuperación durante el año 2005, y a principios del año 2007 conserva almacenamientos superiores al NAMO; los almacenamientos mínimos se han registrado en los años 1967 y 1977, con 32.2 hm^3 y 17.5 hm^3 , respectivamente (figura 5.2), y en el año 2004 se alcanzaron los 53.7 hm^3 .

Figura 5.2. Comportamiento de los almacenamientos en la presa Lázaro Cárdenas



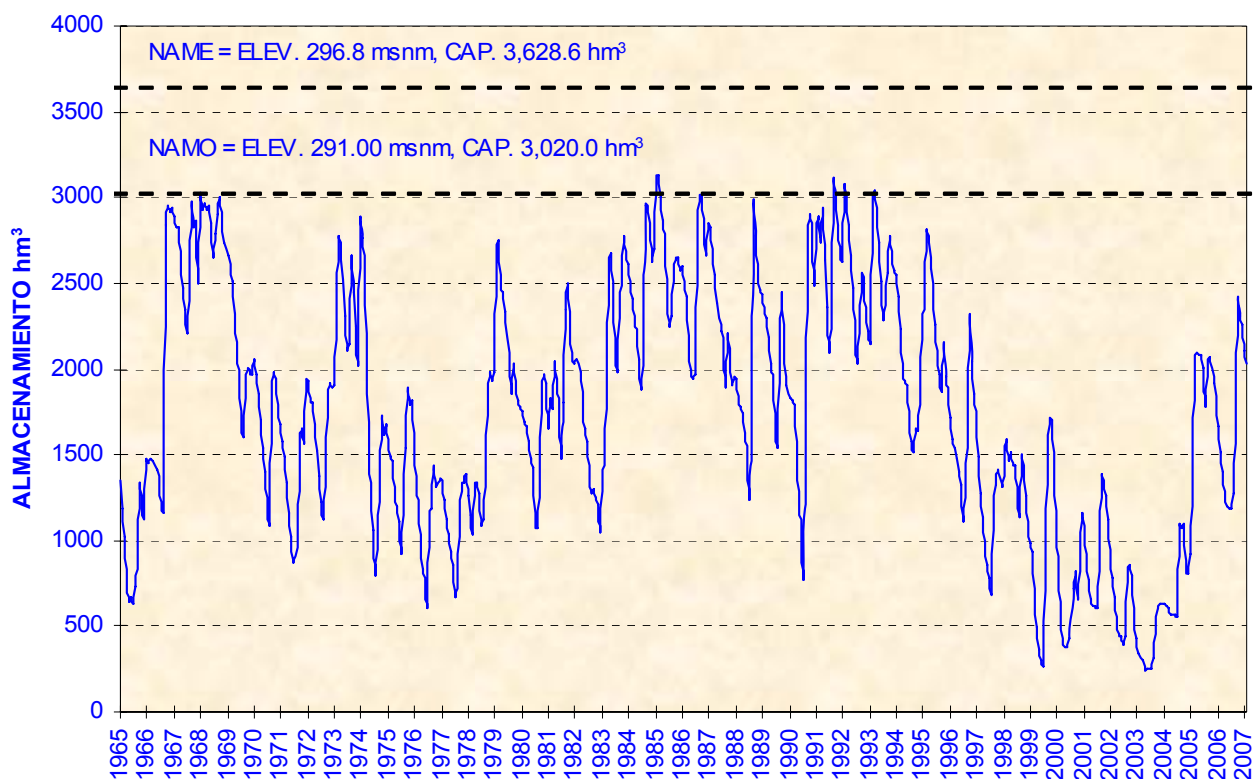
Plutarco Elías Calles (Novillo)

La presa El Novillo fue construida durante el período de 1954 a 1964, con el propósito de generar energía eléctrica y controlar avenidas. Se sitúa a unos 151 kilómetros al oriente de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Tiene una capacidad al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) de 3,020 hm³, mientras que al Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) su capacidad es de 3,628.6 hm³.

Al igual que la presa La Angostura, los almacenamientos tienen una tendencia decreciente a partir de 1994, con recuperaciones anuales. Sin embargo, desde las precipitaciones de enero de 2005, los almacenamientos incrementaron sus niveles (figura 5.3).

Figura 5.3. Comportamiento de los almacenamientos en la presa Plutarco Elías Calles



Alvaro Obregón (Oviáchic)

La presa se encuentra ubicada aproximadamente 40 km al norte de Ciudad Obregón, en el municipio de Cajeme, Sonora. Fue construida durante el período de 1947 a 1952, con fines de irrigación en los distritos de riego del río Yaqui, generación de energía eléctrica y control de avenidas.

Tiene una capacidad al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) de 3,226.7 hm³, mientras que al Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) su capacidad es de 4,200 hm³.

A partir de 1994 la presa presenta una tendencia descendente, y desde el año 2005 se tiene un incremento en sus niveles de almacenamiento (figura 5.4).

Figura 5.4. Comportamiento de los almacenamientos en la presa Alvaro Obregón

