

II.- LA FRONTERA TERRESTRE Y LA FRONTERA FLUVIAL.

La franja fronteriza entre México y Estados Unidos posee una extensión aproximada de 3,185 km que abarca desde las costas del Océano Pacífico hasta el Golfo de México (Imagen II.1.), en 1983 mediante el acuerdo de la Paz, se estableció legalmente esta franja como el territorio comprendido dentro de un par de líneas paralelas ubicadas cada una a 100 kilómetros (62.5 millas) a cada lado del límite internacional. Por la parte mexicana, son seis los estados que colindan con Estados Unidos (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), por parte de los Estados Unidos son cuatro los estados limítrofes (California, Arizona, Nuevo México y Texas).

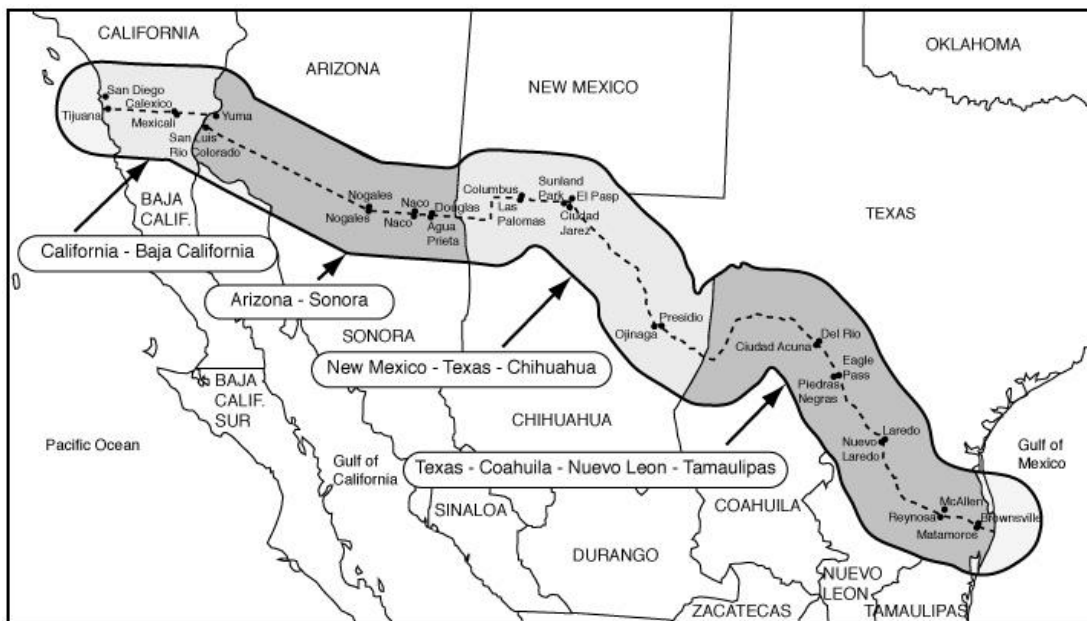


Imagen II.1. Franja fronteriza México-Estados Unidos

(Fuente: Semarnat, Programa Frontera 2012. 2003.)

Esta región posee una gran diversidad de climas, que incluye los muy secos y cálidos hacia al oeste de la región como los que se tienen en los estados de Baja California y Sonora. Los climas de tipo mediterráneo, con lluvias en invierno, se encuentran en la costa del Océano Pacífico, particularmente en la región norte de Baja California. Para la región comprendida entre los estados de Chihuahua y Coahuila (Nuevo México y Texas) los climas prevalecientes son los secos templados. Finalmente, al este de la región, el clima es de tipo semicálido a templado influenciado por la actividad ciclónica del Golfo de México (Rodríguez, Colef, 2010).

El recurso hídrico de la región, se capta sobre el terreno a través de unidades espaciales denominadas cuencas hidrográficas (Basins en inglés), las cuales conducen el agua de las lluvias de las partes altas, representadas por las montañas, a los valles y al mar, es decir, a las zonas más bajas del terreno. Las cuencas hidrográficas no están conformadas a partir de los límites internacionales, sino que son espacios naturales que se comparten por ambas naciones. Este factor es clave en la gestión del riesgo de desastre, ya que un mismo fenómeno climático como lluvias intensas puede afectar a ambas naciones con implicaciones que pueden ser completamente diferentes. Asimismo, a lo largo de esta frontera encontramos Subcuencas, Sierras y embalses producto de los acuerdos para aprovechar los recursos hídricos comunes, los que a continuación se describen (Imagen II.2.):

- 1.- Cuenca del pacifico
- 2.- Subcuenca del Rio colorado.
- 3.- Parte de la Sierra madre occidental.
- 4.- Subcuenca de Mimbres/Animas.
- 5.- Embalse Elephant Butte sobre el rio conchos.
- 6.- Embalse de la presa La Amistad.
- 7.- Embalse de la presa Falcón.
- 8.- La zona del Valle de Texas con descarga del Rio Bravo al Golfo de México.

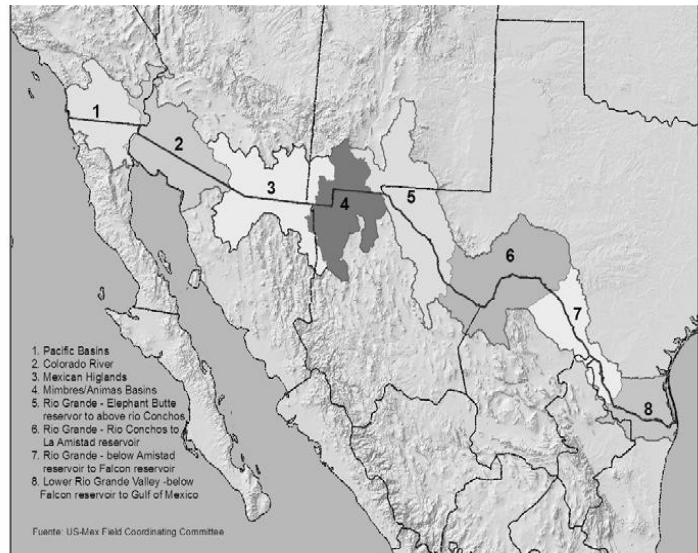


Imagen II.2. Cuencas hidrográficas binacionales para la franja fronteriza.
(Fuente: Rodríguez, Colef, 2010)

Para su análisis y por sus características, la frontera norte de México la dividiremos en dos, la frontera terrestre que la definiremos como la línea imaginaria que separa los territorios en tierra firme entre México con los Estados Unidos de Norteamérica y la frontera fluvial que es la que nos divide por ríos de corriente perenne, en particular los cauces de los ríos bravo y colorado (Imagen II.3.), cuyas distancias por estado se indican en la tabla II.1. En lo que a infraestructura binacional corresponde, solo mencionaremos las más importantes.

Imagen II.3 Frontera México-EU, secciones terrestres (Rojo) y fluviales (Azul)



(Fuente: Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), 2011)

Tablas II.1. Frontera México-EU, Distancias fronterizas de los estados colindantes.

| LADO MEXICANO | | | | | | |
|-----------------|--|-------------|-------------|-----------|-------------|------------|
| ESTADO | PUNTOS DE REFERENCIA | FLUVIAL | TERRESTRE | MARITIM | TOTAL | % |
| BAJA CALIFORNIA | RIO COLORADO - MONUM. 206 - MONUM.258 - OCEANO PACIFIC | 38 | 226 | 22 | 286 | 9.00 |
| SONORA | LIMITE. ESTATAL - MONUM.66 - MONUM.204A - RIO COLORADO | | 589 | | 589 | 18.5 |
| CHIHUAHUA | RIO BRAVO - MONUM.1 - MONUM.66 - LIM. ESTATAL | 645 | 269 | | 914 | 28.7 |
| NUEVO LEON | RIO BRAVO (FOTO MAPA CILA) | 19 | | | 19 | 0.60 |
| COAHUILA | RIO BRAVO (FOTO MAPA CILA) | 725 | | | 725 | 22.7 |
| TAMAULIPAS | RIO BRAVO (FOTO MAPA CILA) | 629 | | 22 | 651 | 20.4 |
| TOTAL | | 2056 | 1084 | 44 | 3185 | 100 |

| LADO ESTADOUNIDENSE | | | | | | |
|---------------------|---|-------------|-------------|-----------|-------------|------------|
| ESTADO | PUNTOS DE REFERENCIA | FLUVIAL | TERRESTRE | MARITIM | TOTAL | % |
| CALIFORNIA | RIO COLORADO - MONUM. 206 - MONUM.258 - OCEANO PACIF. | | 226 | 22 | 248 | 7.80 |
| ARIZONA | MONUM.71 -MONUM.204A - RIO COLORADO | 38 | 569 | | 607 | 19.07 |
| NUEVO MEXICO | RIO BRAVO (FOTO MAPA CILA) - MONUM.71 | | 289 | | 289 | 9.08 |
| TEXAS | RIO BRAVO (FOTO MAPA CILA) | 2018 | | 22 | 2040 | 64.08 |
| TOTAL | | 2056 | 1084 | 44 | 3185 | 100 |

- Distancias aproximadas por estado a lo largo de la frontera México - Estados Unidos (En Km.)
 - Distancias aproximadas utilizadas por el personal técnico de la Sección mexicana de la CILA para usos prácticos no oficiales.
 (Fuente: Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), 2011)

II.1.- La frontera terrestre.

La frontera terrestre o Línea Divisoria Internacional (LDI), fue establecida conforme a los Tratados internacionales de 1848, 1853 y 1882 en los cuales, ambos gobiernos acordaron para su señalización en la parte terrestre, la instalación de 258 monumentos principales, 18 monumentos auxiliares y 442 mojoneras, distribuidos a lo largo de la frontera a distancias variables, siguiendo el criterio que desde un monumento sea posible observar a simple vista los dos monumentos adyacentes.



Imagen II.1.1. Detalle del Monumento No. 1 ubicado entre el Paso, Tx. y Cd. Juarez, Chih.
 (Fuente: Imágenes Google earth, 2011)



Imagen II.1.2. Detalle del Monumento No. 258, ubicado entre Tijuana, B.C.N y San Diego, Cal.
(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)

Se encuentra dividida en dos secciones cuyo análisis lo haremos de este a oeste; la primera que corre en una línea quebrada y que parte de las coordenadas $31^{\circ}47' N$, $106^{\circ}31' O$ a una elevación de 1,144 msnm al centro del cauce del río bravo en cuya margen oeste se encuentra instalado el monumento No. 1 (Imagen II.1.1) entre las ciudades de Cd. Juárez, Chih. y El Paso, Tx. A partir de este punto se tiende una línea recta con dirección al oeste que corre hasta la coordenada $32^{\circ}47' N$, $108^{\circ}12' O$ con elevación de 1,499 msnm donde se encuentra el monumento No. 40 (con una distancia aproximada de 159 Km entre ambos monumentos), continua en línea recta hacia el sur hasta el monumento No. 53 con coordenadas $31^{\circ}20' N$, $108^{\circ}12' O$ y elevación 1,433 msnm (50 km), se desplaza nuevamente con dirección oeste

hasta el monumento No. 127 coordenadas $31^{\circ}20' N$, $111^{\circ}04' O$ y elevación 1,473 msnm (273 km) prolongándose en dirección noroeste hasta el monumento 204A coordenadas $32^{\circ}29' N$, $114^{\circ}48' O$ elevación 51 msnm (376 km) (datos aproximados, fuente: Google earth, 2010)

La segunda sección corresponde a una línea recta con dirección al Oeste que parte del monumento No. 206, $32^{\circ}43' N$, $114^{\circ}43' O$ elevación 80 msnm hasta el monumento No. 258 (Imagen II.1.2) que se encuentra entre las ciudades de Tijuana, B.C. y San Diego, Cal. con coordenadas $32^{\circ}43' N$, $117^{\circ}07' O$ y elevación 0 msnm (226 km). Resultando la longitud total de esta línea divisoria en 1,084 km aproximadamente.

En la LDI se encuentran colindantes a ella los estados mexicanos de Chihuahua, Sonora y Baja California Norte, por el lado norteamericano se encuentran los estados de Nuevo México, Arizona y California. A través de esta el clima es árido, de semidesértico a desértico donde imperan temperaturas muy altas y que abarca los estados de Sonora y Baja California, en esta última, presenta en su porción noroeste, un clima de tipo mediterráneo con lluvias en invierno. El terreno es en su mayor parte accidentado, ya que lo atraviesa la Sierra Madre Occidental (con el desierto de Chihuahua) y la Sierra de California, divididas estas dos por la planicie del Desierto de Sonora; en esta, las temperaturas pueden variar comúnmente desde los $10^{\circ} C$ bajo cero hasta los $50^{\circ} C$ dependiendo de la estación del año, aunque frecuentemente, a lo largo de la historia se han alcanzado temperaturas que rebasan a las anteriores.

II.1.1.- Infraestructura.

El desarrollo comercial regional propiciado por la expansión económica estadounidense dio pie al crecimiento de las ciudades mexicanas existentes así como al establecimiento de nuevas ciudades, muchas de ellas colindantes con otras ciudades norteamericanas que de igual forma aparecieron, las que por sus características les llamaremos ciudades espejo y entre las que se da gran parte del intercambio comercial binacional.

Con el fin de controlar este intercambio comercial así como el tránsito internacional de población, La LDI cuenta con infraestructura aduanal y migratoria en cada país a efecto de regular la entrada y salida de mercancías así como de tránsito de personas.

Por el lado mexicano, estas estaciones concentran representaciones de las dependencias gubernamentales involucradas con estos movimientos, principalmente de la ADMINISTRACION GENERAL DE ADUANAS (AGA) (dependiente del Servicio de Administración Tributaria (SAT), el que a su vez rinde cuentas a la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP)) y el INSTITUTO NACIONAL DE MIGRACION (INM) (dependiente de la Secretaria de Gobernación (SEGOB)), entre otras. Para la frontera norte, la AGA cuenta con 50 cruces internacionales repartidos en **19 aduanas** (con sus respectivas garitas y secciones aduaneras) (Imágenes II.1.1.1. y 2), de las cuales 09 se encuentran cubriendo la LDI terrestre, siendo estas de oeste a este:

- Tijuana, Baja California – San Diego, California
 - Tijuana, Baja California – Otay Mesa, California
- Tecate, Baja California - Tecate, California
- Mexicali, Baja California – Calexico, California
 - Los Algodones, Baja California – Andrade, California
- San Luis Río Colorado, Sonora – San Luis, Arizona
- Sonoita, Sonora – Lukeville, Arizona
- Nogales, Sonora – Nogales, Arizona
 - El Sásabe, Sonora – Sásabe, Arizona
- Naco, Sonora – Naco, Arizona
- Agua Prieta, Sonora – Douglas, Arizona
 - El Berrendo, Chihuahua – Antelope Wells, NM.
- Puerto Palomas, Chihuahua – Columbus, Nuevo México



Imagen II.1.1.1. Estación fronteriza en San Isidro, Tijuana, B.C.N. (Fuente: Imágenes Google earth, 2011)



Imagen II.1.1.2. Paso peatonal Int. en Mexicali, B.C.N. (Fuente: Imágenes Google)

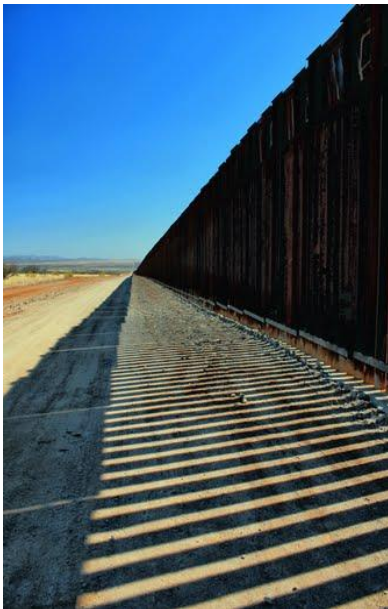


Imagen II.1.1.3. Muro fronterizo en El Sásabe, Son.

(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)

Por otro lado, de forma unilateral, el gobierno de los Estados Unidos construyo a lo largo de la frontera un muro de acero de 1,125 km de longitud, también conocido como el muro de la tortilla, con el objeto de reducir la inmigración ilegal. Este muro se encuentra dividido en varios tramos distribuidos entre los estados de California, Arizona, Nuevo México y Texas (Imágenes II.1.1.3. y 4).



Imagen II.1.1.4. Muro fronterizo en California al este de Tijuana, B.C.N.

(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)

II.2.- La frontera fluvial.

La frontera fluvial, según los Tratados de 1848 y 1853, quedo definida, al Este, por el cauce natural del Rio Bravo a lo largo de 2,018 Km (Imagen II.2.1.). Partiendo del punto donde se encuentra el monumento No. 1, con coordenadas 31°47' N, 106°31'O a una elevación de 1,144 msnm y hasta su desembocadura en el golfo de México (Imágenes II.2.2) donde actualmente se encuentran en sus márgenes las ciudades gemelas de Matamoros, Tamps. en México y Brownsville, Tx. en los Estados Unidos.



Imagen II.2.1. El Rio Bravo, Laredo, Tamps.
(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)



Imagen II.2.2. Desembocadura del Rio Bravo en el Golfo de México.
(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)

En la zona oeste existe un tramo de frontera fluvial de aproximadamente 38 Km de longitud donde el Rio Colorado divide al estado norteamericano de Arizona y al estado mexicano de Baja California Norte, esta división sigue el cauce natural del rio de norte a sur, entre los monumentos 206 (coordenadas 32°43'N, 114°43'O elevación 80 msnm) hasta el monumento No. 204A (coordenadas 32°29'N, 114°48'O elevación 51 msnm) (Imágenes II.2.3 y 4).



Imagen II.2.3. Puente sobre el Rio Colorado, San Luis Rio Colorado, Son.
(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)



Imagen II.2.4. Rio Colorado, B.C.N.
(Fuente: Imágenes Google earth, 2011)

II.2.1.- La cuenca del Rio Bravo

El Río Bravo o Rio Grande como lo llaman los estadounidenses, nace en las montañas Rocallosas de Colorado y Nuevo México, realizando un recorrido de 3,051 km (CILA, 2005) hasta desembocar en el Golfo de México por las costas de Tamaulipas y Texas. Por su longitud, es considerado el quinto río más largo de América del Norte y su cuenca cubre una superficie total de 457,275 km², de los cuales, 226,275 km² (49.48%) corresponden a México y 231,000 km² (50.52%) a los Estados Unidos (Imágenes II.2.1.1 y 2).

Políticamente el río se encuentra dividido en dos tramos, la cuenca superior de 1,033 km que se encuentran íntegramente en territorio norteamericano y la cuenca inferior de 2,018 km (CILA, 2011) que conforma parte de la frontera entre México y los Estados Unidos, aun cuando conforme a los tratados y convenios internacionales que la regulan, estos marcan como punto de división entre cuencas el Fuerte Quitman. En su recorrido por la frontera pasa por los estados Mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas pero su cuenca abarca hasta el estado de Durango; mientras que por la parte estadounidense se extiende por territorios de los estados de Colorado, Nuevo México y Texas.

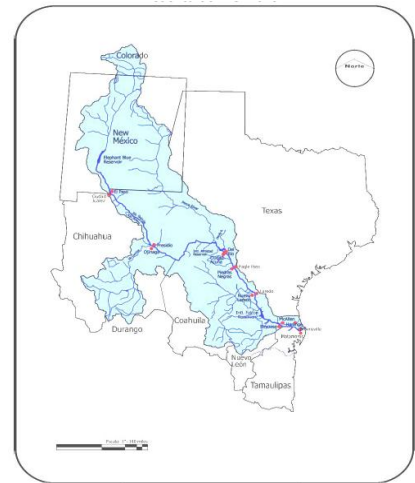


Imagen II.2.1.1. Cuenca del Rio Bravo/Rio Grande.
(Fuente: Zarate, 2006.)

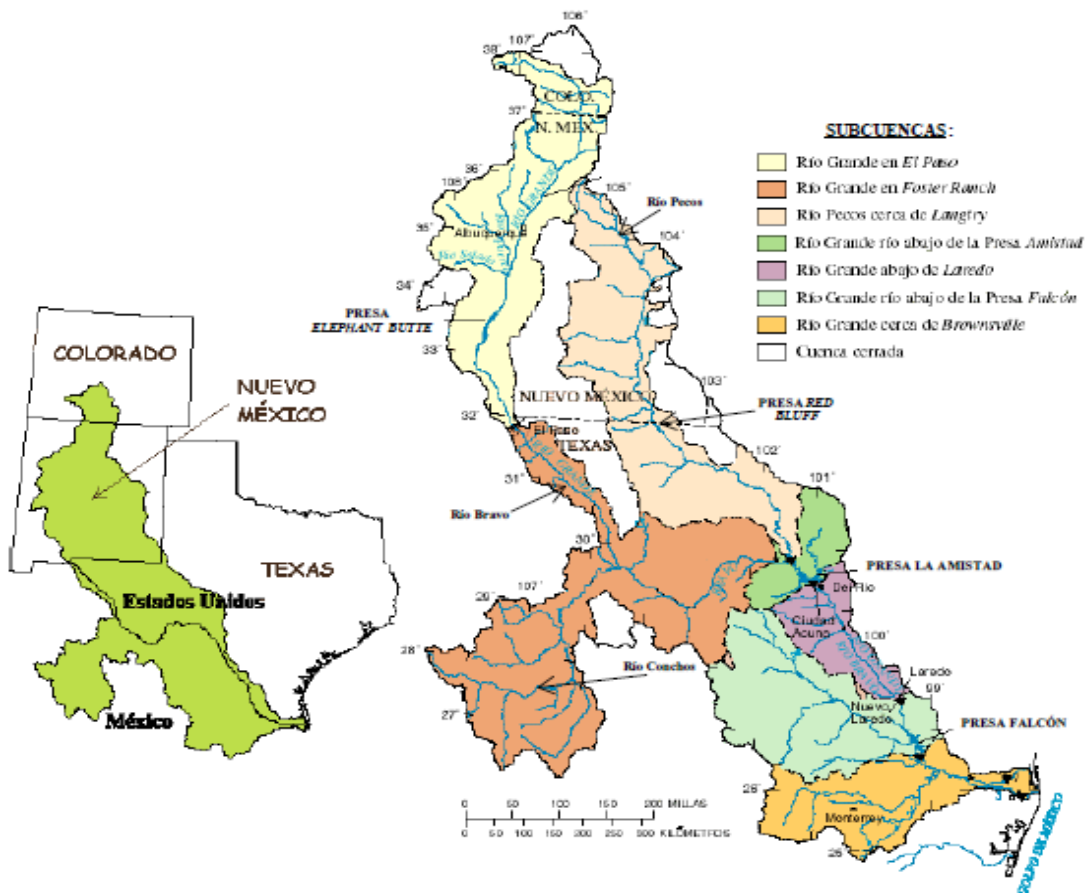


Imagen II.2.1.2. Cuenca y subcuencas del Rio Bravo/Rio Grande.
(Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2010.)

Sus principales tributarios son el río Conchos y San Juan en México y el río Pecos en los E.U.A. La aportación de la cuenca al gasto medio anual del río bravo es de 12,135 Mm³ (384.8 m³/s), de los cuales el 52.1% (6,325, Mm³) corresponde a la captación de la cuenca estadounidense y el restante 47.9% (5,810 Mm³) a la cuenca mexicana (Anglés, 2007). El río Bravo/Grande no sólo delimita una parte importante de la frontera, sino que tiene un carácter vital, ya que es la principal fuente de agua para las actividades rurales y urbanas de esta región; asimismo, constituye el soporte de una gran variedad de ecosistemas naturales.

Debido al clima semiárido de la cuenca baja, los periodos de lluvia son mínimos, de modo que la hidrografía del río se caracteriza por largos periodos de baja esorrentía, seguidos de altos flujos en intervalos de varios años.

Aproximadamente trece millones de personas dependen directa o indirectamente del río, más de 9 millones están del lado mexicano, pero en conjunto, estos usuarios con el fin de abastecer la agricultura, una de las principales actividades de la región, han sobreexplotado sus aguas a lo largo y ancho de la cuenca.

Finalmente, la distribución de las aguas superficiales del Bravo quedó establecida, mediante la firma de los gobiernos federales de ambos países, en La Convención de 1906 –para Ciudad Juárez– y en el Tratado de 1944 –del fuerte Quitman al Golfo–. De acuerdo con La Convención de 1906 Estados Unidos debe entregar a Juárez 74 Mm³ (60 000 acres pie) de agua anualmente y con respecto al Tratado de 1944, México debe entregar a EUA 431.72 Mm³ (350,000 acres pie) de agua al año.

II.2.2.- Infraestructura en el Río Bravo.

De conformidad con la Convención de 1906, los Estados Unidos entregan agua del Río Bravo a México en Cd. Juárez, Chihuahua, la cual es liberada de las Presas Elefante y Caballo en Nuevo México. La presa del Elefante (o Elephant Butte, Imagen II.2.2.1) construida entre los años de 1906 a 1917 así como la presa Caballo (1938), ambas en el estado norteamericano de Nuevo México, controlan las aguas provenientes de la parte superior de la cuenca del río Bravo. Para facilitar el cumplimiento de la convención, se construyó infraestructura adicional que incluyó la Presa Americana en Cd. Juárez, Chihuahua -El Paso, Texas, la cual deriva agua al canal de riego que corre por territorio estadounidense y la Presa Internacional, ubicada a 3.84 km (2.11 millas) aguas debajo de la anterior, la que deriva agua a la Acequia Madre (Imagen II.2.2.2), cuya capacidad se determinó en 8.5 m³/seg. (300 ft³/seg.) (Salas, 2010).



Imagen II.2.2.1. Presa Elefante en Nuevo México.
(Fuente: CILA, 2003),

Para el año 2005, la cuenca ya incluía numerosos almacenamientos localizados en ambos países, entre ellos 35 grandes presas con una capacidad de al menos 18.5 Mm³ cada una. Las 22 grandes presas estadounidenses cuentan con una capacidad total de 7,509.7 Mm³, mientras que las 13 más importantes de México tienen una capacidad de 7,573 Mm³. Del total de grandes presas, 7 tienen capacidades superiores a 1,000 Mm³, según se observa en la tabla II.2.2.1. (CILA, 2005).



Imagen II.2.2.2. Presa derivadora Internacional y canal de la Acequia Madre.
(Fuente: IBWC, 2006.)

Imagen II.2.2.3. Ubicación de presas relacionadas con la entrega de aguas a Cd. Juárez, Chih.



Fuente: CILA, *Infraestructura y Desastres Naturales*, 2011.

Tabla II.2.2.1. Presas de la cuenca del rio Bravo con capacidades superiores a 1,000 Mm³

| NOMBRE | RIO | ESTADO | CAPACIDAD Mm ³ |
|---------------------|------------|-------------------|---------------------------|
| Amistad | Rio Bravo | Coahuila -Texas | 3,887 |
| Falcón | Rio Bravo | Tamaulipas -Texas | 3,273 |
| La Boquilla | Conchos | Chihuahua | 2,903 |
| Elephant Butte | Rio Grande | Nuevo México | 2,547 |
| Abiquiu | Chama | Nuevo México | 1,481 |
| Venustiano Carranza | Salado | Coahuila | 1,384 |
| El Cuchillo | San Juan | Nuevo León | 1,123 |

(Fuente: CILA, *Cumbre Binacional del rio Bravo*, 2005.)

El Tratado de 1944 y convenciones subsecuentes establecieron los lineamientos para la construcción de obras hidráulicas binacionales en la sección fronteriza del río Bravo con el fin de administrar, controlar y aprovechar sus aguas en beneficio de ambos países siendo estas reguladas por la CILA y la IBWC.

La infraestructura hidráulica binacional conforme al Tratado de 1944 comprende en la actualidad las siguientes obras:

- Dos grandes presas internacionales: La presa La Amistad (Coahuila-Texas), con una capacidad de 3,887 Mm³ y la presa Falcón (Tamaulipas-Texas), con una capacidad de 3,273 Mm³, ambas funcionan como presas de almacenamiento con control y regulación de avenidas y generación de energía eléctrica.
- Dos presas internacionales para derivación como la presa El Retamal (diseñada para derivar aguas producto de avenidas del Río Bravo a México) y la presa Anzaldúas (diseñada para derivar aguas producto de avenidas del Río Bravo al cauce de alivio de los Estados Unidos y agua para irrigación hacia México) ubicadas al este y oeste respectivamente de Ciudad Reynosa, Tamaulipas.
- 547 km de bordos de protección.
- Diversos Canales para evitar modificaciones en el cauce del río Bravo, como en el caso del canal artificial entre ciudad Juárez, Chih. y El paso, Tx. (Caso del Chamizal).
- Obras para tratamiento y manejo de aguas residuales entre otras.

Además, Comunican a México con Texas alrededor de 38 puentes internacionales, siendo la mayoría de ellos utilizados por la infraestructura aduanera y migratoria con que cuenta cada país. En México, La Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través la Administración General de Aduanas, tiene distribuidas 10 de las 19 aduanas existentes en la frontera norte, contando cada una de ellas con uno o más cruces internacionales.

A continuación mencionaremos las características de algunas de ellas.

Presa Internacional "Falcón":

Ubicación: se localiza sobre el Río Bravo aguas debajo de la Presa la Amistad, a 442.26 km aguas arriba del Golfo de México, y a 120 km aguas abajo (60 km al sureste en línea recta) de las ciudades de Nuevo Laredo, Tamaulipas y Laredo, Texas, la cortina y el vaso se hallan dentro de los municipios de Mier y Guerrero en Tamaulipas y los condados de Zapata y Starr en Texas.

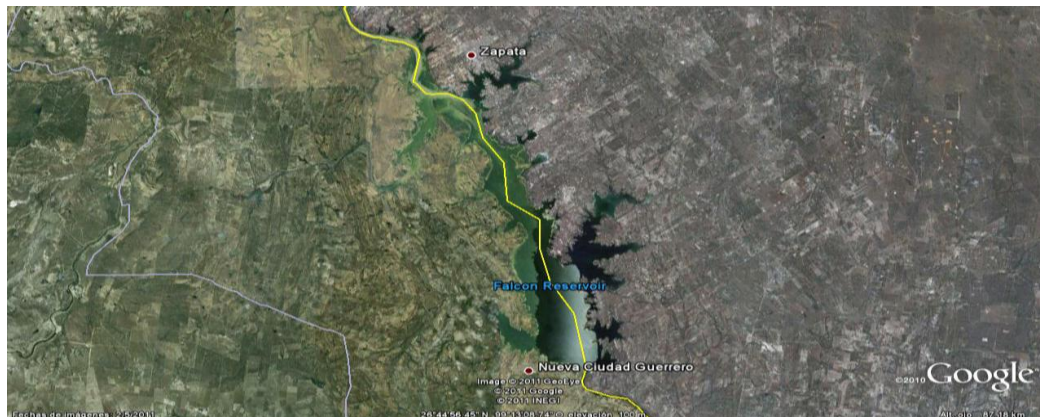


Imagen II.2.2.4. Vista satelital del vaso de almacenamiento de la Presa Falcón, Río Bravo.
(Fuente: Propia con información de Google earth, Google, 2011.)

Historia: En otoño de 1949 fueron aprobados los planos de construcción de la presa. El 15 de diciembre de 1950 se inició la construcción de la misma. El 29 de diciembre de 1952 se inicia el almacenamiento de agua (se cierra el Río Bravo); en este año, la comunidad de Guerrero Viejo se vio obligada a cambiar de su ubicación 30 kilómetros más al oeste, río arriba por la construcción de la presa, conformándose la Nueva Ciudad Guerrero, cabecera municipal del municipio de Guerrero. Es inaugurada por los presidentes Adolfo Ruíz Cortines y Dwight D. Eisenhower, el 19 de octubre de 1953. El 5 de abril de 1954 se termina la construcción. Las 3 unidades de generación entran en operación el 15 de noviembre de 1954. Entre diciembre de 1953 y enero de 1954, se fija la línea de jurisdicción de ambos países en el vaso de la presa.

Características generales: la cortina es de tierra con 4 zonas de materiales graduados, núcleo o corazón impermeable sólido, roca seleccionada y material permeable. Tiene una longitud de 8,014 m, de los cuales 4,926 m están en México y 3,088 m en Estados Unidos. La altura de la cortina es de 50 m con una anchura de 10.67 m en la corona y 30.5 m en la base. El vaso de almacenamiento tiene una superficie de 463.22 km² al NAME (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) con una capacidad de 4,890.2 Mm³, mientras que su capacidad al NAMO es de 3,273.4 Mm³. De lado mexicano cuenta con una capacidad máxima de almacenamiento de 2,024.2 Mm³, equivalentes al 41.1% de la capacidad total, el restante 58.6% equivalente a 2,865.1 Mm³ se encuentra en el lado estadounidense. Puede almacenar sin peligro hasta 3,273.4 Mm³, de los cuales 1,355.2 Mm³ corresponden a México y 1,918.2 Mm³ a USA. La profundidad media de la Presa es de 9 m y la máxima es de 35 m (Tabla II.2.2.2.).

| Tabla II.2.2.2. Capacidades de la Presa Falcón conforme a las tablas de Elevaciones-Capacidades del levantamiento batimétrico de 1992. | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|---------------------|
| Elevación (msnm) | Descripción | Capacidad (Mm ³) | Capacidad acumulada (Mm ³) | Área (ha) |
| 91.805 | Capacidad de conservación (NAMO) | 3,273.4 | 3,273.4 | 35,281 |
| 93.480 | Capacidad de control de avenidas | 623.6 | 3,897.0 | 39,678 |
| 95.770 | Supercapacidad (NAME) | 993.2 | 4,890.2 | 46,322 |

Fuente: CILA, "Boletín Hidrométrico No. 75", 2005.

Corrientes que capta: Cuenca del río Bravo, que cruza al municipio de oeste a este, su afluente el Río Salado (sus afluentes Sabinas y Nadadores), subcuencas Río Salado-Las Tortillas, Río Salado-Anáhuac, Arroyo Zapote, Arroyo Huizache, Arroyo Zacatecas y Río Sabinas Hidalgo, y otras corrientes superficiales.

Principales usos: Control de avenidas y almacenamiento para uso municipal, riego, pesca ribereña y deportiva, generación de energía eléctrica, recreación y turismo.

Algunos datos interesantes:

- Cuenta con una capacidad instalada de generación de electricidad de 32 MW.
- Alrededor del 50% del territorio del municipio de Guerrero, Tamaulipas, se encuentra cubierto por la Presa Falcón.
- Cubre una superficie al NAME es de 46,322 ha, mientras que al NAMO es de 35,281 ha.
- Esta presa es la más grande de Tamaulipas y fue construida para regular las corrientes del Río Bravo, dar fin a los conflictos del uso del agua y mitigar las incesantes sequías.
- La cortina se encuentra exactamente en la división territorial entre los dos países

- Forma parte de los almacenamientos previstos en el Tratado de Límites y Aguas de 1944, destinada al mejor aprovechamiento de las aguas del Río Bravo para su utilización en ambos países.
- Nueve municipios del norte de Tamaulipas se abastecen del agua almacenada en la Presa Falcón.
- Se llama así en honor a Ulises Falcón, primero en iniciar un sistema de riego en los márgenes del Río Bravo o Grande.
- Suele verse afectada por el desabasto de agua y los largos periodos sin lluvia.
- El Puente Internacional Falcón en realidad no es un puente, pues no atraviesa la presa sino que es un camino entre la presa y sus compuertas; es uno de los pocos pasos de México a Estados Unidos libres de cuota, esto como privilegio por el desplazamiento de la comunidad de Guerrero Viejo para la construcción de la presa.
- El puente internacional se construyó por medio de un convenio entre las dos naciones, dada la colindancia mutua entre las ciudades fronterizas de Nueva Ciudad Guerrero y Falcón Heights.
- Las aguas de la presa cubrieron una parte importante de la ciudad vieja, la cual contaba con numerosas casas de piedra de un solo piso, adornadas con gárgolas, cornisas, arcos y otros elementos arquitectónicos.
- Sobre las compuertas de la presa se ostenta un obelisco, el cual está flanqueado por las banderas de México y USA.
- De acuerdo a los tratados de los dos países, la pesca que realice cada país deberá efectuarse en la porción de agua que le corresponde.
- En los linderos de la presa se pueden rentar lanchas para pescar bagre, matalote, catán, carpa y lobina.

Imágenes:



Imagen II.2.2.5. Vista panorámica de la Presa Falcón.
(Fuente: CILA, *Infraestructura y desastres naturales*, 2011.)

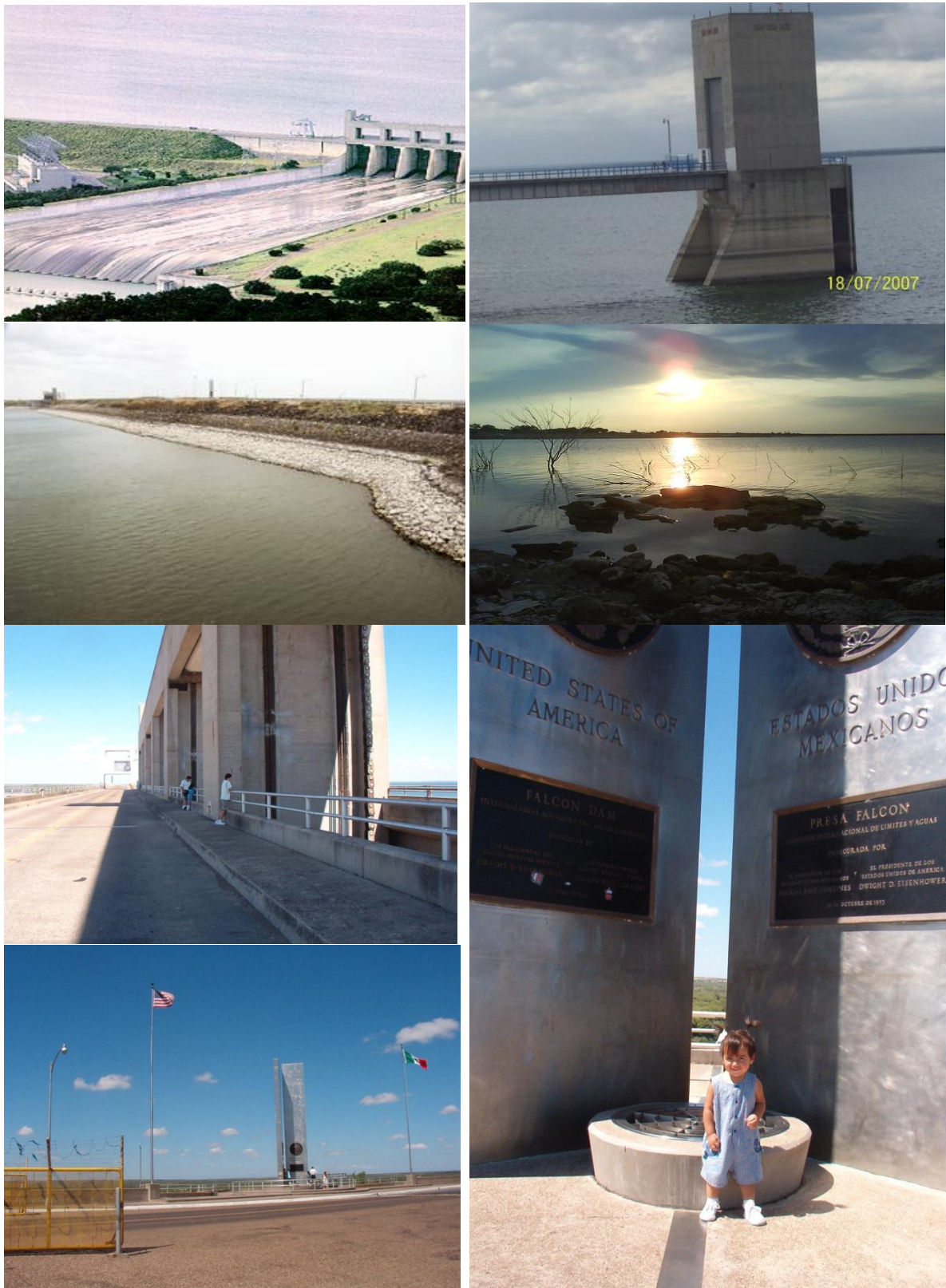


Imagen II.2.2.6: 1) Obra de excedencias en funcionamiento, 2) Obra de toma mexicana, 3) Detalle del embalse y la cortina, 4) Atardecer en la presa Falcón. (Fuente: Skyscrapercity.com, 2011.), 5) Sobre las Compuertas, 6) Obelisco y banderas en la presa Falcón, 7) Joan en la Presa Falcón. (Fuente propia, 2005.)

Presa Internacional “La Amistad”:

Ubicación: Se localiza sobre el Río Bravo a 923.63 km aguas arriba del Golfo de México, a 1.5 km de la confluencia del río Devils con éste, y a 20 km. aguas arriba de las ciudades de Acuña, Coahuila y Del Río, Texas.



Imagen II.2.2.7. Vista satelital del vaso de almacenamiento de la Presa La Amistad, Rio Bravo.
(Fuente: Propia, con información de Google earth, Google, 2011.)

Historia: Los trabajos de perforación e inyectado de la cimentación se inician en julio de 1963. El 2 de enero de 1965 se inician los trabajos de construcción. El 14 de julio de 1968 se inicia el almacenamiento de agua en la presa; hacia agosto de 1969 se termina su construcción. Es inaugurada por los Presidentes Gustavo Díaz Ordaz y Richard M. Nixon el 8 de septiembre de 1969. Las dos unidades de generación inician su funcionamiento el 1 de mayo de 1987.

Características generales: la estructura es de tipo mixto, con una sección central de concreto de 665 m de longitud complementada con secciones de tierra y roca en ambos lados, que miden 6,560 m en México y 2,590 m en los Estados Unidos; la cortina tiene una longitud total de 9,815 m. El vaso de almacenamiento tiene una superficie de 357.7 km cuadrados al NAME y se extiende 138 km por el cauce del Río Bravo (Tabla II.2.2.3.).

| Tabla II.2.2.3. Capacidades de la Presa de La Amistad conforme a las tablas de Elevaciones- Capacidades del levantamiento batimétrico de 1992. | | | | |
|--|----------------------------------|------------------------------|--|-----------|
| Elevación (msnm) | Descripción | Capacidad (Mm ³) | Capacidad acumulada (Mm ³) | Área (ha) |
| 340.462 | Capacidad de conservación (NAMO) | 3,887.1 | 3,887.1 | 26,077 |
| 347.595 | Capacidad de control de avenidas | 2,138.1 | 6,025.1 | 34,124 |
| 349.025 | Supercapacidad (NAME) | 499.6 | 6,524.7 | 35,770 |

Fuente: CILA, “Boletín Hidrométrico No. 75”, 2005.

Corrientes que capta: Cuenca del río Bravo, y sus principales tributarios, Devils, Pecos y Conchos, arroyos El Caballo, El León y Palomos.

Principales usos: La finalidad de esta obra hidráulica es el control de avenidas y el almacenamiento para uso municipal, riego, generación de energía eléctrica, pesca comercial y deportiva así como recreación entre otros.

Algunos datos interesantes:

- Ubicada en la franja fronteriza, la presa Internacional La Amistad divide(o une) nuestro país con Estados Unidos.
- Cuenta con una capacidad instalada de generación de energía eléctrica de 66 MW
- Es una obra internacional ejecutada conjuntamente por los gobiernos de México y los Estados Unidos de América.
- Su NAME está aproximadamente 349.025 msnm (metros sobre el nivel del mar)
- El gobierno mexicano obtuvo un préstamo por \$296.250,000.00 pesos para financiar parte de los trabajos en la presa.
- Su capacidad de almacenamiento del lado mexicano al NAME es de 2,857.8 Mm³ millones de metros cúbicos, lo cual representa el 43.8% de la capacidad de almacenamiento total.
- Del lado americano se almacena el 56.2% de la capacidad total del embalse al NAME, lo cual equivale a 3,666.9 Mm³.
- El embalse de la presa ocupa alrededor de 35,770 ha compartidas entre los dos países.
- Los presidentes de México y Estados Unidos, Lic. Adolfo López Mateos y el general Dwight Eisenhower, acordaron la construcción de la presa "De la Amistad".
- Esta obra fue el último proyecto del Tratado internacional de Aguas de 1944.
- La propiedad de la presa es conjunta y el agua almacenada se asigna conforme a la propiedad de cada país.
- La temporada alta de pesca es en los meses de septiembre a mayo, mientras que de mayo a agosto se presenta la temporada baja.
- Sus aguas permiten la práctica de actividades de esparcimiento como pesca deportiva, esquí acuático, campismo y kаяquismo.

Imágenes:



Imagen II.2.2.8. Vista panorámica de la Presa Internacional La Amistad.

(Fuente: CILA, *Infraestructura y desastres naturales*, 2011.)



Imagen II.2.2.9.: 1) Monumentos en la línea divisoria, (Fuente: Skyscrapercity.com, 2011.), 2) Vista desde las compuertas al tanque amortiguador y casa de maquinas mexicana, 3) Canal de salida, 4) Atardecer en la presa La Amistad, 5) Apertura de todas las compuertas a 3.5 ft, descargando 1,000 m³/s, 6) Sobre la presa La Amistad, rumbo a México. (Fuente: Google earth, 2011.).

Presas derivadoras.

En el Río Bravo existen dos presas derivadoras: La presa “Anzaldúas” y la presa del “Retamal”, que son operadas por la Comisión Internacional de Límites y Aguas. La primera deriva agua para riego al distrito 025 a través del canal principal Anzaldúas y la segunda se utiliza para control de avenidas, para protección a las ciudades fronterizas de Matamoros en Tamaulipas y Brownsville en Texas.

Presa Derivadora Internacional Anzaldúas:

El Tratado Internacional de Distribución de Aguas permitió la construcción de estructuras de derivación en el río Bravo y, el 18 de diciembre de 1950, la CILA suscribió el **Acta No. 196** recomendando la construcción de la presa Anzaldúas, aguas abajo de la Toma de Mission del cauce de alivio de los Estados Unidos. Esta estructura fue terminada en 1960.

Se encuentra situada a 8 km río arriba de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas y a 180 km aguas abajo de la presa Falcón; deriva el agua para riego del DR 025 por el Canal Principal Anzaldúas hacia la planicie comprendida al sur de la margen derecha del río Bravo (Imagen II.2.2.10.).

La obra de toma fue construida en 1953 e inició su funcionamiento desde luego por medio de un dique provisional que además ayudó a la desviación del río durante la construcción. La presa consta de un dique bajo, de materiales graduados, de 7 m de altura y de 1.5 km de largo sobre la llanura de inundación en la margen izquierda, y de una estructura de concreto y un sistema de compuertas junto a la margen mexicana, teniendo anexa la obra de toma.

La estructura de compuertas que es la más importante, consta de 6 claros controlados por otras tantas compuertas metálicas, cilíndricas de 4.27 m de diámetro y con un espolón inferior, con lo que hacen una altura sobre su apoyo de 6.4 m teniendo 22.86 m de claro y con peso de 120 toneladas. Están apoyados en 7 pilas de concreto reforzado, provistas de escotaduras sobre las que se apoyan por medio de un sistema de cremalleras en escotadura y rueda dentada en la compuerta, de modo que al girar ascienden o descienden. Cerradas estas compuertas aún pueden dejar pasar sobre ellas un gasto de 850 m³/s. Elevados las compuertas a su posición máxima, pueden permitir el paso de una avenida de 3,150 m³/s. El asiento del espolón inferior y de las compuertas está sobre la cresta de un cimacio Creager que está solo a 0.41 m sobre el lecho medio del río y que se continúa con un delantal de concreto reforzado que constituye el fondo de un tanque amortiguador de la descarga, de 3.50 m de profundidad por 30 m de largo y 48.12 m junto al cimacio. Este tanque está limitado por muros de retención, de concreto reforzado de 16.5 m de altura que adosados a las pilas extremas, aguas arriba y abajo contienen la terracería del dique y de la margen mexicana y encauzan el escurrimiento a través de la estructura. Sobre cada pila que tiene 30.5 m de altura y 4.50 x 21 m hay una caseta que guarda el mecanismo que hace girar la compuerta para su movimiento, excepto en la central, en donde la caseta está ocupada por el control eléctrico y planta generadora de emergencia, teniendo además, el monumento conmemorativo. Sobre las mismas pilas se apoya un puente de maniobras que consta de 6 traveses de 22.86 m de claro, de acero remachado, con calzada de losa de concreto reforzado, de 3.50 m de ancho para una línea de



Imagen II.2.2.10. Vista panorámica de la Presa Anzaldúas.

(Fuente: CILA, *Infraestructura y desastres naturales*, 2011.)

circulación, puente que da acceso a todas las casetas y continuándose en el dique forma un paso internacional sobre el río (fuente: CONAGUA, 2006).

Presa Derivadora Internacional Retamal:

Forma parte de los acuerdos entre México y Estados Unidos para el control de avenidas del río Bravo. Su construcción fue convenida de acuerdo con el **Acta No. 238** de la Comisión Internacional de Límites y Aguas de fecha 10 de septiembre de 1970. Se localiza a 10 km al noreste de la Ciudad de Río Bravo, Tamaulipas y a 13 km al sur de Weslaco, Texas (Imagen II.2.2.11.).

a. Datos de diseño. Avenida máxima de diseño 6,510 m³/s, frente a Río Grande City; capacidad del río Bravo a la altura de Matamoros y Brownsville 570 m³/s; capacidad máxima de la estructura derivadora 850 m³/s; gasto máximo inicial de operación de la estructura derivadora 570 m³/s.

b. Cauces de alivio. Capacidad de cauce Misión, correspondiente a los Estados Unidos 2,970 m³/s; capacidad cauce de alivio de la derivadora El Retamal correspondiente a México 2,970 m³/s.

c. Características de la obra. La estructura derivadora es de concreto constituida por una losa de cimentación de 26 m x 55 m, con dos pilas extremas de 11 m de altura por 26 m de largo, dos filas intermedias de las mismas características y dos pilas centrales sobre las que habrá de apoyarse la compuerta radial de operación automática de 25 m x 7.3 m; dos compuertas radiales de 12.2 m x 8.8 m. A dicha estructura la complementan el canal de descarga con plantilla y taludes revestidos de concreto, dos pantallas de tablestacado metálico, la de aguas arriba de 19 m de profundidad, los muros de sostenimiento en ambos extremos que ligan las terracerías de los diques mexicano y de los Estados Unidos.

d. Diques de protección. El dique en la margen mexicana desarrolla 1,600 m, de los cuales 600 m sirven de dique izquierdo de encauzamiento. El dique de los Estados Unidos tiene una longitud aproximada de 3,500 m.

e. Cauce de alivio. Vertedor de cresta fija de 700 m de longitud por el cual se derivan los 2,970 m³/s que corresponden manejar a México, el bordo derecho de encauzamiento lo constituye el bordo izquierdo del Retamal que fue rectificado y sobreelevado en una longitud de 14 km.

f. Trabajos realizados por México. Construcción del canal de desvío; puente provisional sobre el mismo, las ataguías, excavación de los canales de acceso y descarga de la estructura; tuberías del sistema de operación automático de la compuerta central; concreto de la losa de cimentación y cimacio, y bajo esta dos pantallas de tablestacado metálico con profundidades de 19 m y 7 m respectivamente; concreto en plantilla y taludes del canal de descarga, las dos pilas extremas con su sistema de preesfuerzo; los muros de sostenimiento y de liga en las terracerías; los diques en la zona internacional y el localizado en el territorio mexicano formando el dique izquierdo de encauzamiento; revestimiento de la corona y monumento conmemorativo (fuente: CONAGUA,2006).



Imagen II.2.2.11. Vista panorámica de la Presa El Retamal.

(Fuente: CILA, *Infraestructura y desastres naturales*, 2011.)

El canal del Chamizal o Cauce López Mateos.

El canal del Chamizal o “Cauce López Mateos” fue el resultado de las demandas iniciadas el 23 de enero de 1894 por un particular de nombre Pedro Ignacio García y del Barrio, ciudadano mexicano, quien había adquirido los terrenos en octubre de 1866 y, que en ese entonces, se encontraban en la margen derecha del río Bravo, lo que conforme al Tratado de 1944, los adjudicaba a México. Entre los años de 1852 y 1864 se fueron dando cambios graduales por erosión en la margen derecha del río, los mismos que entre 1864 y 1868 se hicieron más violentos a consecuencia de fuertes avenidas lo que provocó de manera radical el desplazamiento del cauce del río hacia la derecha, ubicando a estos los terrenos en la margen izquierda del nuevo cauce del río bravo. Esta situación ocasionó el problema de propiedad de los terrenos entre México y los Estados Unidos, dando origen a un litigio internacional que se resuelve hasta 1968 en el que para restituirle a México dichos terrenos y evitar que en un futuro ocurriera una situación similar se optó por construir el canal del Chamizal.

La historia para la solución de este problema es extensa, para llegar a dicha solución la diplomacia mexicana y norteamericana contaron con la importante y fundamental participación de la CILA así como su homóloga estadounidense la IBWC, dichas dependencias tomaron como ejemplo para la rectificación del río bravo el cauce revestido del río Los Ángeles y el sistema de cauces de alivio de avenidas que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos construyó y que opera en esa ciudad; para lo que llevaron a cabo una visita de estudio a la ciudad de los Ángeles California a fin de conocer dicho sistema. Es entonces que el cauce del río Los Ángeles sirvió como modelo para el diseño del cauce de El Chamizal, el que tiene por objetivo evitar futuras desviaciones del mismo. Este canal se construyó con un revestimiento de concreto reforzado y las siguientes dimensiones: Forma trapezoidal, 51 metros de ancho en la parte superior y 4.6 metros de profundidad. Su longitud total según proyecto es de aproximadamente 6,910 m y con la capacidad necesaria para llevar un gasto máximo de 500 m³/s contando para ello con un bordo libre de un metro y un talud 2:1.

En la actualidad el Canal del Chamizal divide las ciudades de Juárez, Chih. y El Paso, Tx., estando su supervisión y mantenimiento a cargo la Comisión Internacional de Límites y Aguas y su homóloga norteamericana.



Imagen II.2.2.12. Canal del Chamizal o Cauce López Mateos, Cd. Juárez, Chih.

(Fuente: Fuente: Google earth, 2011.)

Estaciones migratorias y aduanales.

Como ya mencionamos, existen en la frontera norte 19 aduanas mexicanas dependientes de la AGA, de estas, 10 se encuentran en este tramo de la frontera con sus respectivas estaciones aduaneras y migratorias, las mismas que utilizan puentes internacionales para cruzar el cauce del Rio Bravo y comunicarlas con sus homologas norteamericanas. A cada unas de estas Aduanas le corresponde cubrir un espacio territorial delimitado, ubicándose por lo general sus cabeceras en las principales ciudades fronterizas y de las que reciben su nombre, encontrándose distribuidas de la siguiente manera:

- Ciudad Juárez, Chihuahua – El Paso, Texas
- Ojinaga, Chihuahua – Presidio, Texas
- Ciudad Acuña, Coahuila – Del Río, Texas
- Piedras Negras, Coahuila – Eagle Pass, Texas
- Colombia, Nuevo León – Webb Co., Texas
- Nuevo Laredo, Tamaulipas – Laredo, Texas
- Miguel Alemán, Tamaulipas – Roma, Texas
- Cd. Camargo, Tamaulipas– Rio Grande, Texas
- Reynosa, Tamaulipas – McAllen, Texas
 - Rio Bravo, Tamaulipas - Pharr, Texas
 - Nuevo Progreso, Tamaulipas – Progreso Lakes, Texas
- Heroica Matamoros, Tamaulipas – Brownsville, Texas

Imágenes:



Imagen II.2.2.13. Acceso a aduana Mexicana en Nuevo Laredo, Tamps. Puentes Internacionales 1 y 2.
(Fuente: Fuente: Google earth, 2011.)



Imagen II.2.2.14. Placas divisorias en Puentes Internacionales 1 y 2 en Nuevo Laredo, Tamps.
(Fuente: Fuente: Google earth, 2011.)

II.2.3.- La cuenca del Rio Colorado.

EL Rio Colorado nace en las montañas Rocallosas en Estados Unidos a una altitud que ronda los 4,200 msnm, recorre más de 2,300 km en dirección suroeste por los estados de Wyoming y Colorado hacia Utah, Nevada, Arizona y California, comprendiendo en su cuenca a Nuevo México. En sus últimos 140 km, 38 de ellos conforman la frontera internacional entre Baja California, México y Arizona, E.U.A. internándose los restantes al territorio mexicano como frontera entre los estados de Baja California y Sonora hasta su desembocadura en el Golfo de California.



Imagen II.2.3.1. Cuenca del Rio Colorado.
(Fuente: Zarate, 2006.)

La cuenca transfronteriza del Colorado es considerada el sistema hídrico mas importante en el suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México, abarca un área de más de 630,000 km², la mayor parte de ellos en los Estados Unidos y menos del 1% en México (5,923.16 km²). De sus aguas se abastecen más de 30 millones de personas, de las que poco más de 2 millones viven en México. Menos del 2% del total de la cuenca conforma su delta, área en donde el río Colorado se dispersaba en meandros y lagunas antes de su desembocadura en el Golfo de California.

Los principales tributarios en la parte alta de la cuenca son los ríos: Green, San Juan, Escalante, Gunnison y Dolores. En la parte baja de la cuenca, los principales tributarios son los ríos: Virgin, Little Colorado, Verde, Salt, Bill Williams y Gila, el que a su vez incluye a las cuencas binacionales de los ríos San Pedro y Santa Cruz, en la frontera de Sonora y Arizona. Más del 85% del volumen de agua disponible en la cuenca es captada en las montañas del estado de Colorado, en un área que cubre tan sólo el 15% de la misma (Hinojosa y Carrillo, 2010). Tomando en cuenta los volúmenes de acarreo anuales entre los años 1923 y 2006 (Grafica II.2.3.1.), el volumen de agua medio acarreado en el río Colorado es de aproximadamente 19,910 Mm³ anuales, equivalente en promedio a 631.34 m³/s y con gastos máximos anuales de 6,200 m³/s (algunas apreciaciones lo estiman en 22,000 Mm³ (Samaniago, 2008)), del cual, el 70% fluye en la temporada de deshielo entre mayo y julio (Hinojosa y Carrillo, 2010).

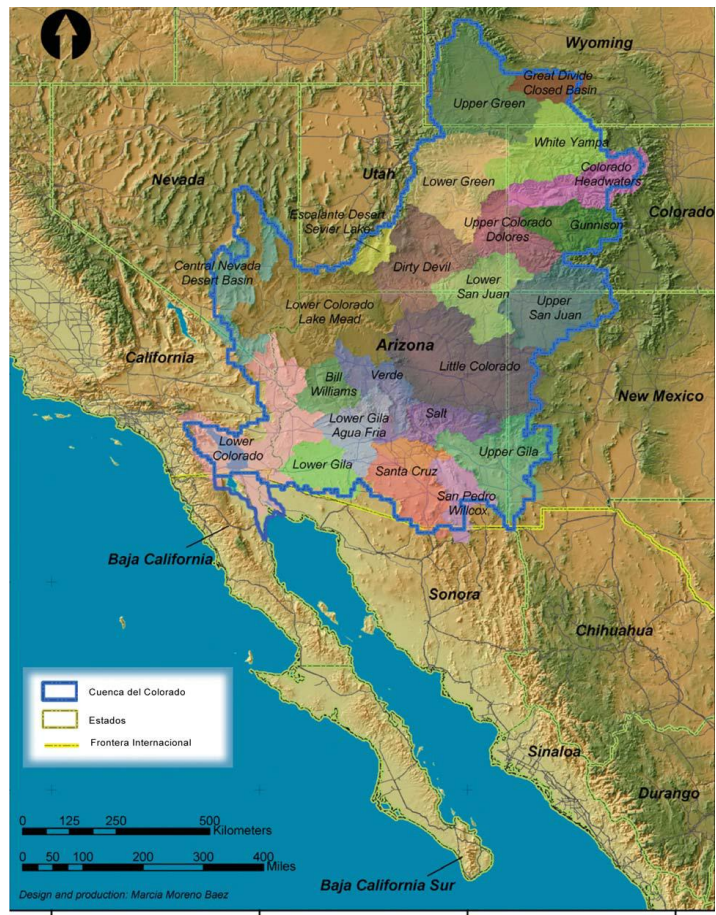
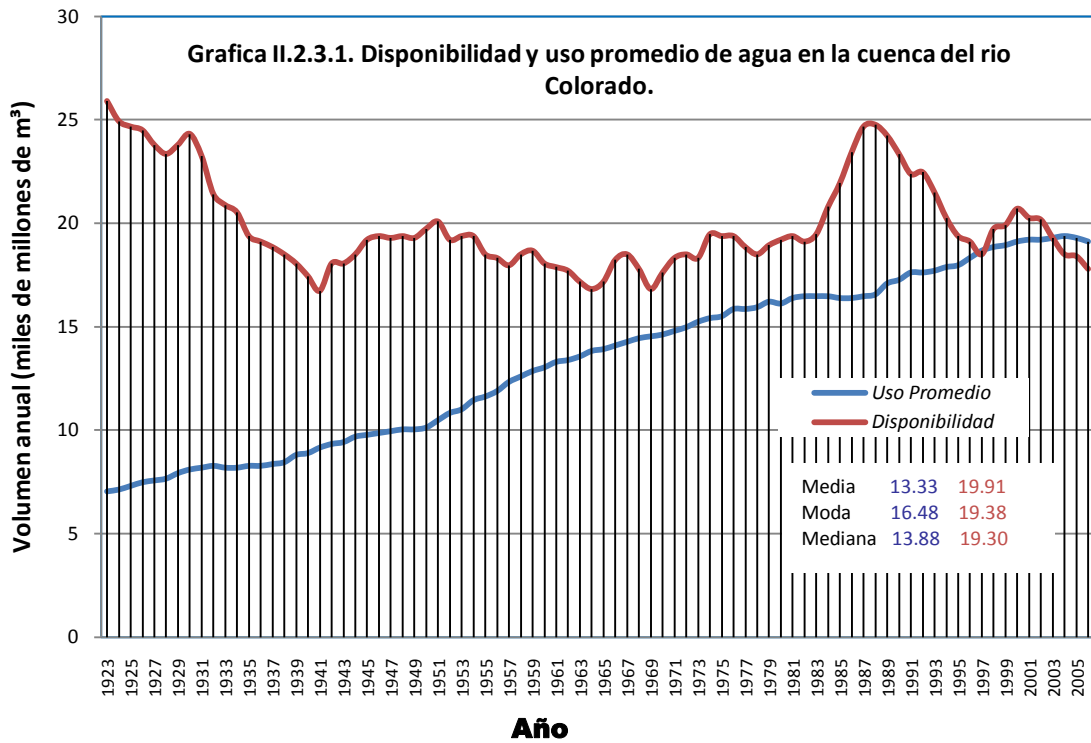


Imagen II.2.3.2. Cuenca y subcuencas del Rio Colorado.
(Fuente: Hinojosa y Carrillo, 2010. Diseño Marcia Moreno)



(Fuente: Propia, con datos aproximados tomados de Hinojosa y Carrillo: "Colaboración Binacional en la Cuenca del Río Colorado: Recomendaciones para Prevenir una Crisis de Agua", 2010.

Actualmente, el total de derechos de agua asignados en la cuenca del río Colorado suman 21,586 Mm³. Sin embargo, el volumen anual registrado en promedio en los últimos 80 años es de 19,910 Mm³, por lo que se tiene una sobre-asignación de derechos de aproximadamente 8%. La primera asignación de volumen se divide entre las cuencas alta y baja dentro de los Estados Unidos, la cuenca alta la conforman Arizona, Colorado, Nuevo México, Utah y Wyoming y tiene derecho a 9,251 Mm³ mientras que la cuenca baja con Arizona, California y Nevada, tiene una asignación de 10,484 Mm³, además de la asignación por 1,850 Mm³ a México establecida en el Tratado de 1944.

La cuenca del río Colorado contiene una variedad de zonas climáticas que van desde las características alpinas hasta las zonas desérticas, con una gran diversidad espacial y temporal. Esto tiene implicaciones fundamentales en la hidrología del río, y a su vez, en la conformación de los tipos de hábitats y especies que se encuentran en la cuenca. Por su parte, la región fronteriza que es atravesada por el río Colorado se considera una de las más áridas del mundo, con temperaturas mínimas de 0-16°C, medias de 20°C y máximas de 52°C. La disponibilidad de agua de lluvia es marcadamente baja, se registra una precipitación media anual de 264 mm en comparación con la media nacional que es de 771 mm, situación que repercute directamente en los escurrimientos y en la recarga limitada de los acuíferos.

En los últimos 100 años la cuenca del río Colorado ha sufrido grandes cambios. El río ya no fluye libremente y no constituye un ecosistema continuo, debido a la serie de presas a lo largo de su cauce. Los daños ecológicos en la cuenca se han derivado del hecho de que no se consideraron las necesidades ambientales cuando se realizó la asignación de flujos para los distintos usuarios, ni se consideraron los impactos de las grandes obras de ingeniería hidráulica. Esto ha significado la pérdida de valores ambientales y de calidad de hábitat en toda la cuenca, de tal forma que el lecho del río queda seco cerca

de la frontera entre Estados Unidos y México, para ya no desembocar en el Alto Golfo de California, causando con esto la disminución de poblaciones de peces y vida silvestre.

Históricamente, el Colorado se consideraba uno de los ríos más poderosos del mundo, con un descenso total de cuatro km, junto con flujos máximos de 6,200 m³/s, mantenían corrientes de alta velocidad y gran turbidez (Hinojosa y Carrillo, 2010). Adicionalmente, el Colorado tenía un gran dinamismo, cuyas variaciones estacionales y carga de sedimentos fueron factores fundamentales en la definición de las características físicas y biológicas del sistema. Esta variación estacional tenía flujos máximos de 2,800 m³/s durante el deshielo (mayo a julio) y mínimos de 140 m³/s durante el otoño e invierno (Hinojosa y Carrillo, 2010).

Antes de la construcción del sistema de presas en la cuenca, el río desembocaba más de 15,000 Mm³ por año al Alto Golfo de California, creando una zona estuarina de cerca de 500,000 ha donde se mezclaban el agua dulce del río con las aguas salinas del Golfo. La influencia del río se extendía 65 km mar adentro, formando una zona de gran importancia para la reproducción, desove y crianza de una gran variedad de organismos marinos. Los flujos hacia el delta empezaron a disminuir desde principios del siglo XX, pero no fue hasta la construcción de las presas Hoover y Glen Canyon cuando realmente hubo una reducción significativa de flujos. El periodo más crítico fue entre 1963 y 1979, cuando prácticamente por casi 20 años no hubo flujos del río hacia el delta. Esto causó la pérdida de más del 80% de las zonas de humedales y bosques riparios, y la desaparición de la porción estuarina del río.

A la entrada del Colorado a México, en la Presa Morelos, el flujo del río se reduce a la cantidad de agua que Estados Unidos debe entregar a México de acuerdo al Tratado Internacional de 1944. En este punto, México deriva los volúmenes remanentes para destinarlos a distintos usos humanos. El río, sus humedales y el Alto Golfo normalmente se quedan sin agua dulce.

Hoy en día el Colorado es uno de los ríos más controlados en el mundo. Esto ha cambiado el régimen hidrológico, disminuyendo la variación estacional y su dinamismo. Además, se ha reducido el volumen, la velocidad, la turbidez y la temperatura de los flujos en el cauce principal.

II.2.4.- Infraestructura en el Rio Colorado.

Para el año 2010, en la cuenca del Colorado se habían construido veinticinco presas de almacenamiento y cientos de derivaciones a lo largo del cauce principal y sus tributarios para el control, derivación y almacenamiento de los flujos del río, todas estas obras se llevaron a cabo bajo la premisa de tener un mejor aprovechamiento del agua para fomentar el desarrollo agrícola y urbano del árido suroeste de los Estados Unidos

Actualmente, la capacidad conjunta de almacenamiento de todas las presas y reservorios menores es de aproximadamente cuatro veces el volumen anual del río Colorado (>76,000 Mm³). Las principales presas son Hoover (1935) y Glen Canyon (1963), las cuales tienen una capacidad de almacenamiento conjunto de más de 61,000 Mm³ (Hinojosa y Carrillo, 2010). Esta extensiva infraestructura hidráulica permite que más de la tercera parte del volumen anual del río Colorado se exporte vía ocho proyectos de derivación de volumen hacia distritos de riego y ciudades fuera de la cuenca, incluyendo a San Diego, Los Ángeles, Tucson y Tijuana.

En lo que corresponde a la asignación anual a México por 1,850 Mm³, el 90% se reciben en la Presa Morelos, en el Lindero Internacional Norte, cerca de Algodones, Baja California, y 10% se reciben por medio del Canal Sánchez Mejorada, en el Lindero Internacional Sur, cerca de San Luis Río Colorado, Sonora.

Sobre el cauce del río Colorado, en su sección fronteriza, la obra binacional de mayor relevancia, es la presa derivadora "Morelos", siendo la primer obra construida bajo el amparo del tratado de 1944, su capacidad máxima de derivación es de 240 m³/s, su infraestructura abastece el distrito de riego 014, río Colorado, donde se utiliza el agua para la producción agrícola, y también a su vez, se entrega el líquido a las ciudades, de Mexicali, Tecate, Tijuana y playas de Rosarito mediante un acueducto que descarga en la presa El Carrizo que se ubica en Tecate, B.C.N., presa concebida para la regulación y almacenamiento de las aguas conducidas por el acueducto río Colorado-Tijuana, desde el río Colorado en el valle de Mexicali hasta su destino final, en la ciudad de Tijuana, B.C. La presa El Carrizo por su función, es considerada dentro de las presas estratégicas del país, por que junto con el acueducto representa la columna vertebral del sistema de abastecimiento de agua a las localidades en el noroeste de Baja California.

La presa Morelos, regula y distribuye las aguas que los Estados Unidos entregan a México, de acuerdo al Tratado de Aguas de 1944, suscrito entre ambos países y que representan 1,850 Mm³ anuales del río Colorado, los mismos que se entregan conforme a los pedidos que hace México a Estados Unidos, en función de los programas de riego agrícola.

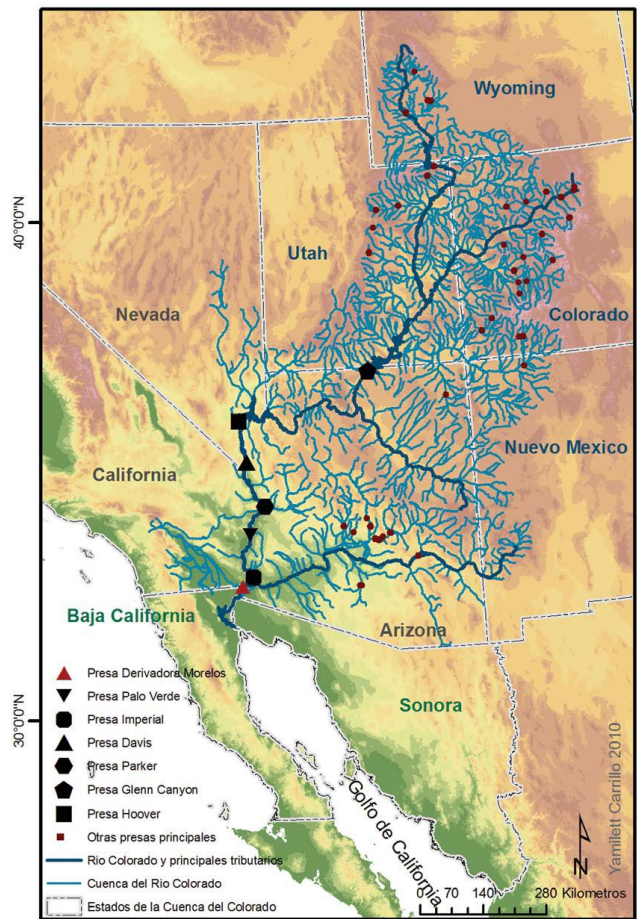


Imagen II.2.4.1. Cauces y presas principales en la cuenca del río Colorado en Estados Unidos y México.
(Fuente: Hinojosa y Carrillo, 2010.)

Presa derivadora Morelos:



Imagen II.2.4.2. Vistas panorámicas de la Presa Derivadora Internacional Morelos, B.C.
(Fuente: CILA, SRE, 2011, IBWC, 2006.)

la presa fue construida de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12 inciso (a) del “*tratado sobre distribución de aguas internacionales entre los estados unidos mexicanos y los estados unidos de América*” del 3 de febrero de 1944 y en el marco del acta núm. 189 de la CILA, intitulada “*determinaciones de la localización y características de la estructura principal de derivación que México construirá en el río colorado y las obras correspondientes necesarias para la protección de terrenos de los estados unidos*”, firmada el 12 de mayo de 1948.

Se localiza en el poblado los algodones en el estado de baja california y es la primera presa de derivación construida por la secretaría de recursos hidráulicos en los términos del tratado y bajo la supervisión de la CILA, para cumplir los propósitos de riego agrícola de 200 mil hectáreas de los valles de Mexicali, B.C., y San Luis río colorado, Sonora y el abastecimiento a las poblaciones de la región. La obra tuvo un costo de \$52 millones de pesos y fue inaugurada por el presidente de la república Lic. Miguel Alemán Valdez el 23 de septiembre de 1950.

La presa es operada y mantenida a expensas de México por esta comisión en coordinación con la comisión nacional del agua, conforme al acta núm. 197 intitulada “*adopción del reglamento para la operación y mantenimiento de la presa de derivación Morelos en el río colorado*”, de fecha 30 de junio de 1951 y a las recomendaciones del memorándum conjunto de los ingenieros principales, de fecha 29 de mayo de 1951.

Datos generales:

| | |
|---------|---------------------------------|
| Nombre: | Presa Morelos |
| Uso: | Presa de derivación |
| Tipo: | Flotante de concreto reforzado. |

Sección de compuertas sobre el río:

| | |
|---|----------------------------|
| Cantidad: | 20 compuertas |
| Tipo: | Radiales de 9.14 x 3.37 m. |
| Elevación del umbral de las compuertas: | 29.43 msnm. |
| Elevación de la rasante del puente: | 42.10 msnm. |
| Creciente máxima considerada: | 9,900 m ³ /s. |

Sección vertedora:

| | |
|-------------------------|--|
| Elevación de la cresta: | 32.80 msnm. |
| Longitud del vertedor: | 181.30 m. |
| Dimensiones: | 2.99 m. de espesor, 2.30 m. de altura. |

Obra de toma:

| | |
|---|----------------------------|
| Cantidad: | 12 compuertas |
| Tipo: | Radiales de 6.00 x 2.00 m. |
| Elevación del umbral de las compuertas: | 30.70 msnm. |
| Elevación de la corona: | 42.10 m. |
| Capacidad de diseño del canal: | 228 m ³ /s. |