

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

## RESUMEN EJECUTIVO

### Introducción

El Estudio de Desvío del Río Tijuana (el "Estudio") constituye un análisis de la capacidad del manejo de desvío de los caudales que fluyen en dirección norte en la Cuenca del Río Tijuana que comparten Tijuana, Baja California en México y el Condado de San Diego, en California. Si bien el setenta por ciento de esta cuenca se encuentra en México, la desembocadura del río se ubica en los Estados Unidos (EE.UU.). Durante la temporada de estiaje (clima seco), el caudal del río Tijuana se compone principalmente de efluentes de aguas residuales tratadas, descargas de aguas residuales no tratadas, percolación de aguas subterráneas u otras fuentes no identificadas puntuales o no puntuales de las zonas urbanas de Tijuana. Estos caudales, que pueden alcanzar volúmenes de hasta aproximadamente 1,000 litros por segundo (lps) o 23 millones de galones por día (mgd), normalmente se desvían antes de cruzar a los EE. UU. y se bombean a la costa, aproximadamente a 10 kilómetros al sur de la frontera. Sin embargo, durante las tormentas, los caudales en el río rebasan la capacidad operativa del sistema de desvío (1,000 lps), los caudales de aguas pluviales –que pueden contener aguas residuales, sedimentos y basura–, fluyen a los Estados Unidos y desembocan en el estuario del río Tijuana y, dependiendo del volumen de los caudales y otros factores, pueden llegar al Océano Pacífico. Los volúmenes más pequeños también pueden llegar hasta los EE. UU. cuando hay fallas ocasionales del sistema de desvío durante condiciones de clima seco.

Los flujos transfronterizos sin tratamiento pueden provocar el cierre de las playas del Condado de San Diego, ya que pueden generar impactos bacteriológicos. Si bien no es posible prevenir el 100% de los flujos transfronterizos, especialmente aquellos que se deben a tormentas de considerable magnitud, el propósito de este estudio es evaluar alternativas para mejorar la infraestructura de desvío del río con el fin de reducir el número de días de flujos transfronterizos, tanto durante la temporada de clima seco como después de un evento de lluvia.<sup>1</sup> Estas alternativas incluyen mejoras a la infraestructura del sistema de desvío en México, así como nueva infraestructura en México y en los Estados Unidos para evitar que los caudales lleguen al estuario del río Tijuana. Las alternativas evaluadas en el estudio incluyen mejoras en la operación del sistema para aumentar la confiabilidad de la infraestructura existente, mejoras en las instalaciones y ampliación de la capacidad para permitir la operación durante algunas condiciones de clima húmedo, además de la mitigación de los flujos transfronterizos posteriores a tormentas. Por otra parte, el estudio no genera ninguna recomendación de una solución única, sino que sugiere un análisis adicional mediante un anteproyecto y es necesario realizar un estudio de viabilidad para cualquiera de las opciones de inversión.

Este estudio incluye (1) un **análisis de flujos transfronterizos**, (2) un **diagnóstico de la operación** y la **infraestructura de sistema de desvío**, y (3) una **evaluación de las alternativas técnicas** identificadas para posibles inversiones en infraestructura en México, en los EE.UU. o en ambos países para la mitigación de los flujos transfronterizos. El estudio fue dirigido por el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), con fondos proporcionados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), y en coordinación con la Sección Estadounidense de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC), la

---

<sup>1</sup> Los flujos de clima seco son flujos no causados por la lluvia, que típicamente incluyen efluentes tratados de plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en México y descargas "fugitivas" de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento. Para los fines de este estudio, los flujos de clima seco se definen como flujos de menos de 1,000 lps, mientras que los flujos de clima húmedo son aquellos mayores a 1,000 lps y generalmente se asocian con eventos de precipitación pluvial.

## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

Sección Mexicana de Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA) y el organismo operador, Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). Este grupo de instituciones constituye el Grupo Base encargado de revisar todos los resultados del estudio y participar en reuniones periódicas que se celebran en Tijuana para presentar los avances del estudio y recibir comentarios y aportes de las instituciones.

Además, para la realización del estudio hubo coordinación de diversos sectores involucrados, incluyendo cuatro reuniones celebradas en San Diego y Tijuana:

- Mayo de 2018: Reunión de arranque
- Agosto de 2018: Reunión al 30% de avance
- Diciembre de 2018: Reunión al 60% de avance
- Junio de 2019: Reunión final

A la reunión inicial asistieron representantes de quince entidades externas participantes. Durante y después de la reunión, se realizaron entrevistas con dichos representantes para recopilar información sobre los datos existentes y los esfuerzos relevantes para el proyecto, así como para recabar ideas para resolver los problemas actuales de flujo transfronterizo. Las aportaciones de los distintos grupos de interés fueron de gran utilidad para definir los problemas existentes, identificar soluciones potenciales y hacer hincapié en la necesidad de conseguir y aprovechar los recursos financieros de todos los socios patrocinadores.

### Antecedentes

La CESPT es el organismo responsable de la operación y mantenimiento (O&M) del sistema de distribución de agua potable, así como de la infraestructura de alcantarillado y saneamiento que utiliza la población de Tijuana y Playas de Rosarito, Baja California. Esta región es una de las áreas urbanas más grandes de México y tiene una población de aproximadamente 1.64 millones de habitantes. El rápido crecimiento de la región ha representado una carga importante para la infraestructura y los servicios públicos de agua potable y saneamiento. Durante los últimos 20 años, la CESPT ha centrado gran parte de sus esfuerzos de inversión en la ampliación de la infraestructura de alcantarillado para eliminar las condiciones insalubres relacionadas con descargas directas o prácticas inadecuadas de eliminación de aguas negras *in situ*. Gracias a estos esfuerzos se ha logrado aumentar el número de conexiones de aguas residuales de 170,916 en 1997 a 569,211 en 2017 y se ha mejorado la cobertura de servicio de 61.8% a 89.6%. Sin embargo, las malas condiciones de la tubería de recolección de aguas residuales, las plantas de bombeo y la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antonio de Los Buenos, que no se han modernizado o no han recibido mantenimiento suficiente, dan como resultado que aproximadamente el 30% de las aguas residuales de Tijuana ingresen al río y/o el océano sin tratamiento.

En 1990 se firmó el Acta 283 de IBWC/CILA, que dispone la recolección, el tratamiento y la disposición final adecuada de los flujos de aguas residuales en el río Tijuana antes de que crucen a los Estados Unidos. En el marco del Acta 283, se implementaron sistemas de desvío y tratamiento tanto en Tijuana como en el Condado de San Diego como una solución binacional para capturar los flujos de aguas residuales y proporcionar tratamiento y disposición final a los flujos que se dirigen hacia el norte. El sistema no fue diseñado para prevenir flujos relacionados con aguas pluviales que ingresan a EE.UU. El sistema de desvío existente, cuyo diagrama se presenta en la Figura ES-1, bombea el caudal del río durante la temporada de clima seco a través de la Planta de Bombeo CILA (PBCILA), ubicada justo aguas arriba de la frontera, hacia

## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

el Colector Internacional (línea a gravedad). Desde allí, el caudal se transfiere a la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales de South Bay (SBIWTP)<sup>2</sup>, ubicada en los Estados Unidos, o se envía a una segunda planta con dos bombas (“PB1A” y “PB1B”) y luego a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Antonio de Los Buenos (PTARSAB), ambas ubicadas en México. El caudal de la PB1B que se envía a la PTARSAB se conduce a través de una de dos tuberías de 16 kilómetros de longitud (“líneas paralelas”) sobre un desnivel de 100 metros. El caudal del río Tijuana que llega a la PTARSAB no se incorpora a la planta de tratamiento, sino que se descarga directamente al océano.

El sistema de desvío ha estado en funcionamiento en el río Tijuana (aproximadamente 300 metros al sur de la frontera entre México y EE. UU.) desde 1991. La CESPT opera la infraestructura de desvío a través de un protocolo de operación y comunicación establecido en coordinación con IBWC/CILA. En este protocolo de cuatro etapas se definen los procedimientos manuales de limpieza y monitoreo, una bitácora obligatoria de datos sobre caudales y operación de las bombas, y los procedimientos de comunicación para la interrupción del servicio y el reinicio de operaciones. Aunque la capacidad de diseño del sistema de desvío es de 1,300 lps, el protocolo recomienda que las bombas se apaguen cuando el caudal del río, debido a la lluvia, rebase los 1,000 lps.<sup>3</sup> El propósito de este procedimiento es evitar que el azolve y la arena que transportan las aguas pluviales causen daños a las bombas. Una vez que los caudales posteriores a la lluvia descienden por debajo de los 1,000 lps, la CESPT realiza la limpieza de la basura y los sedimentos en el sistema para reiniciar las bombas. Desafortunadamente, los flujos transfronterizos también ocurren en temporada de clima seco, debido a los bloqueos que la basura y los sedimentos provocan en el cauce del río, los cortes de energía y/o las fallas mecánicas de las plantas de bombeo, y las limitadas prácticas de O&M. Los objetivos de este estudio son identificar las maneras de reducir la cantidad de tiempo necesario para que el sistema de desvío del río vuelva a funcionar luego de una tormenta, así como de reducir los flujos transfronterizos asociados con estas fallas del sistema.

---

<sup>2</sup> Si bien la capacidad de la PTARSAB es de 1,100 lps, actualmente opera con aproximadamente 450 lps debido al sistema de aireación deteriorado y al espacio limitado en las lagunas debido a la acumulación de lodos, que no se han mantenido adecuadamente durante más de 10 años.

<sup>3</sup> El análisis de las alternativas técnicas para la infraestructura de desvío que se presenta en este informe asume ajustes al protocolo operativo acordes a las mejoras propuestas.

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

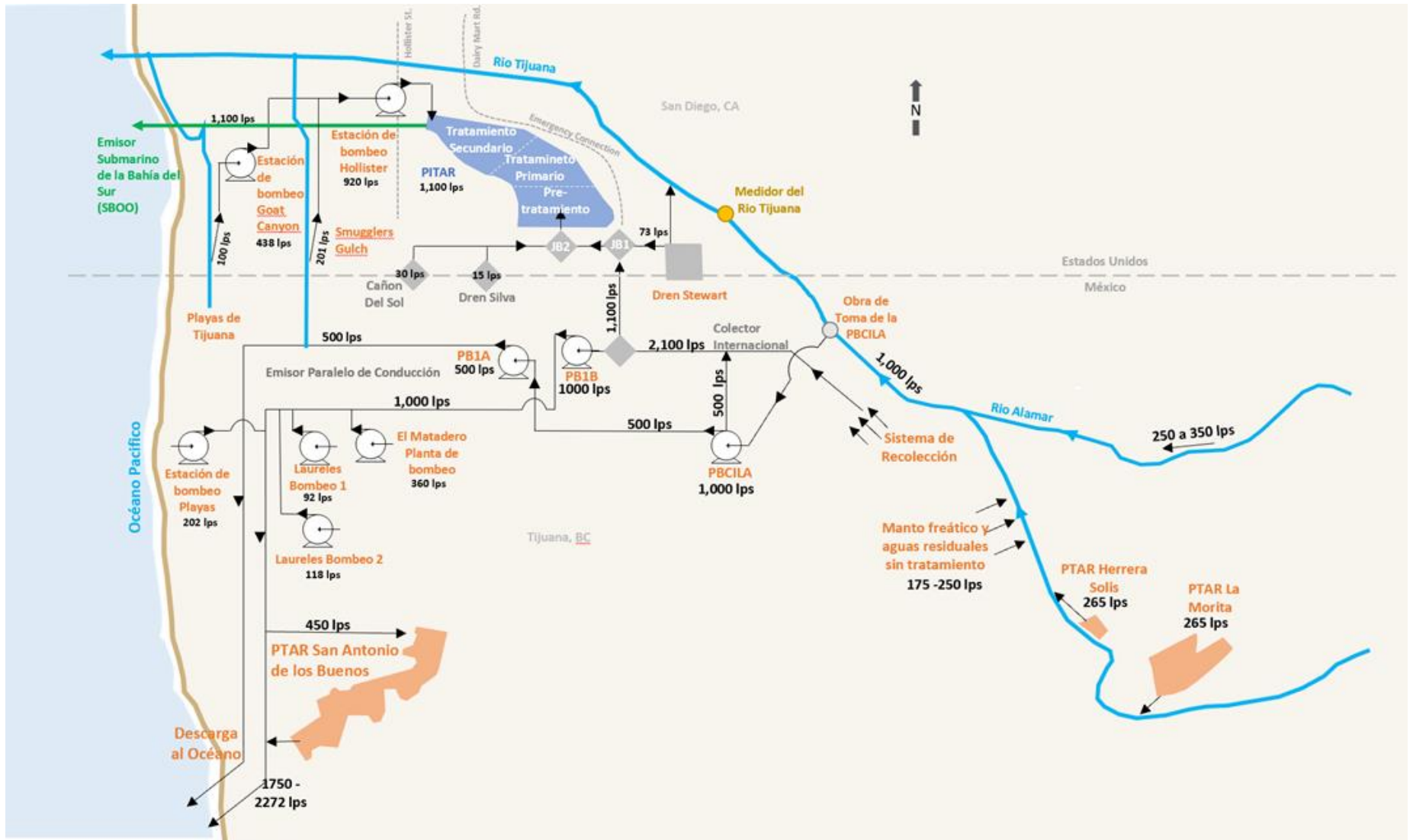


Figura ES- 1. Esquema del sistema de desvío actual

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

## Análisis de los flujos transfronterizos

El propósito del **Análisis de Flujos Transfronterizos** fue calcular los beneficios relacionados con cada alternativa. Debido a que existe una gran variedad de factores que influyen en los cierres/alertas de playas, incluido el caudal, la duración del caudal, el nivel de contaminación del río y la dirección y fuerza de las corrientes, no fue posible determinar los impactos de cada alternativa en la reducción de los cierres de playas.<sup>4</sup> Por lo tanto, para los fines de este estudio, el número de días de flujos transfronterizos asociados con cada capacidad de desvío se estableció mediante un análisis estadístico de los flujos transfronterizos reportados en el medidor de caudales de IBWC. Es importante tener en cuenta que el volumen de flujos transfronterizos del río Tijuana pueden superar los niveles de 100 m<sup>3</sup>/s debido a eventos de tormentas, lo que hace imposible capturar y eliminar todos los flujos transfronterizos.

Un resultado importante del análisis es que mejorar la confiabilidad operativa de la infraestructura del sistema de desvío puede reducir considerablemente la frecuencia de los flujos transfronterizos (medidos por el número promedio de días de flujo transfronterizo por año) en comparación con la operación histórica. Junto con las mejoras en la confiabilidad, la ampliación de la capacidad del sistema podría prácticamente eliminar los flujos transfronterizos durante los días de clima seco, a la vez que se reducirían también los flujos pequeños en días de clima húmedo, en comparación con los patrones históricos. De noviembre de 2009 hasta marzo de 2016, por ejemplo, hubo flujos transfronterizos 138 días por año, en promedio. Estos flujos se asocian principalmente con el clima húmedo. Las mejoras en la confiabilidad, que permitirían cumplir perfectamente con el protocolo operativo existente, reducirían este número a aproximadamente 90 días por año, lo cual representa una reducción del 35%. Como se describe más adelante en este informe y se resume en el Cuadro ES-1, las inversiones en infraestructura de sistemas de almacenamiento, tratamiento y transporte que permiten aumentar la capacidad del sistema de desvío ofrecen la posibilidad de lograr una mayor reducción en la frecuencia de los flujos transfronterizos, en comparación con las condiciones históricas.

Cuadro ES - 1. Días de flujo transfronterizo vs. capacidad de desvío, 1º de noviembre de 2009 a 9 de marzo de 2016

Capacidad de desviación de la PBCILA <sup>1</sup>	Número promedio de días/año de flujo transfronterizo
≤ 1,000 lps, sin acción (línea de base histórica)	138
≤ 1,000 lps	90
≤ 1,300 lps	69
≤ 1,500 lps	58
≤ 2,600 lps	30

<sup>1</sup> Además de la línea de base histórica, las capacidades de desvío indican una operación compatible con el protocolo, que, cuando se analiza con los datos existentes (1º de noviembre de 2009 a 9 de marzo de 2016), da como resultado el número promedio de días de flujo transfronterizo por año.

## Evaluación de la operación y la Infraestructura del sistema de desvío

El **Diagnóstico de la operación y la infraestructura del sistema de desvío** presenta los resultados de las visitas a las instalaciones de Arcadis, las entrevistas y la evaluación de las condiciones de 170 componentes del sistema de desvío. En general, se diagnosticaron los siguientes factores que contribuyen a la existencia de flujos transfronterizos:

<sup>4</sup> El Instituto Oceanográfico Scripps ha desarrollado un modelo de seguimiento de la pluma costera para el estuario que podría utilizarse para estos fines. Sin embargo, no estuvo disponible a tiempo para este estudio.

## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

- **Personal limitado:** Para O&M, la CESPT tiene un total de 12 mecánicos y dos electricistas para 148 sitios (20 plantas de tratamiento, 80 instalaciones de agua potable y 48 cárcamos de bombeo). Cabe mencionar que, si bien los recursos para el funcionamiento del sistema son limitados, el personal existente tiene amplios conocimientos y es dedicado y creativo en sus esfuerzos por lograr los mejores resultados operativos posibles.
- **Presupuesto de O&M limitado:** Parece ser que el presupuesto anual de O&M es aproximadamente una tercera parte del monto solicitado anualmente.
- **Prácticas de mantenimiento preventivo limitadas:** Con base en las observaciones del sitio y las limitaciones del personal y el presupuesto asignados al sistema, el mantenimiento preventivo del sistema parece ser mínimo.
- **Condiciones físicas y de desempeño de alto riesgo:** En la visita al sitio se observó material de construcción deteriorado, indicios de fallas mecánicas no resueltas, falta de mantenimiento general del sitio, así como la ausencia de un sistema de respaldo en caso de cortes de energía.

Incluso sin un aumento en la capacidad de la infraestructura, el desarrollo y la implementación de las mejores prácticas de gestión, la contratación de personal suficiente y la asignación de un presupuesto adecuado mejorarían la confiabilidad de las operaciones y, según los datos históricos, **ayudarían a reducir los días de flujo transfronterizo a menos de 95 días/año en promedio.**

Veinte de los recursos verticales evaluados, que son específicos del sistema de desvío, mostraron condiciones que los colocan en los dos grupos de mayor riesgo por fallas consideradas en la metodología.<sup>5</sup> Muchas de las instalaciones parecían estar en mal estado y necesitaban ser reemplazadas, incluyendo tuberías; compuertas; válvulas de retención, cierre y descarga de aire; bombas, equipo eléctrico y centros de control de motores (CCM) en las plantas de bombeo PBCILA, PB1A y PB1B. Algunos de los defectos observados en las plantas de bombeo fueron:

- Materiales de construcción deteriorados
- Ubicación y configuración ineficientes de la obra de toma
- Insuficiente captura de sedimentos aguas arriba de la obra de toma
- Diseño inadecuado de la rejilla para retención de sólidos
- Falta de sistemas mecánicos de retención de sólidos y eliminación de sedimentos
- Falta de una fuente de energía de respaldo
- Falta de equipo de respaldo y escasez de personal para atender fallas mecánicas de manera oportuna
- Suministro de energía inadecuado en todas las plantas de bombeo.

Si bien algunos de los recursos podrían beneficiarse con las reparaciones, esto sólo representaría una solución a corto plazo, y es probable que se tengan que reemplazar en un futuro cercano. Se calcula que la inversión necesaria para reemplazar esos componentes prioritarios, tan sólo en instalaciones clave del sistema de desvío, sería de un poco más de \$8 millones de dólares.

---

<sup>5</sup> Los recursos verticales consisten en los componentes eléctricos, mecánicos y estructurales de las instalaciones que normalmente se construyen sobre el suelo o a los cuales se puede acceder desde el suelo.

## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

**Cuadro ES - 2. Costo estimado de reemplazo de recursos verticales**

Planta	Tipo de recurso	Costo de reemplazo (dólares)
PBCILA	Eléctrico	\$ 450,000
	Mecánico	\$ 2,830,000
	Estructural	\$ 520,000
PB1A	Estructural	\$ 400,000
	Mecánico	\$ 1,750,000
PB1B	Estructural	\$ 460,000
	Mecánico	\$ 1,750,000
		<b>\$ 8,160,000</b>

Además, se requieren más de \$17 millones de dólares para reemplazar los recursos lineales del sistema de desvío cuya vida útil restante es inferior a tres años.<sup>6</sup>

**Cuadro ES - 3. Costo estimado de reemplazo de los recursos lineales**

Ubicación	Vida útil restante	Costo de reemplazo (dólares)
Obra de toma de la PBCILA	3	\$ 55,000
Línea a gravedad desde la obra de toma de la PBCILA	3	\$ 2,000,000
Colector Internacional	2.85	\$ 15,000,000
		<b>\$ 17,055,000</b>

Con excepción del Colector Internacional, las necesidades de inversión anteriores se incluyen en las estimaciones de costos de las alternativas técnicas propuestas para abordar la problemática de los flujos transfronterizos. El Colector Internacional, aunque no es un componente específico de la infraestructura de desvío, es fundamental para la función general del sistema de alcantarillado y conducción de aguas residuales del organismo operador y es adyacente a la frontera internacional. Como una solución menos costosa que el reemplazo total del colector, el Estudio también contempla que el costo de reparación de este colector sería de \$9 millones de dólares, que incluiría un método de construcción con curado “*in situ*”. Se requiere un mayor análisis para determinar si esta opción sería una solución viable para prevenir la falla del colector, el cual podría causar un derrame considerable de aguas negras hacia los EE.UU.

La realización tanto del Análisis de Flujos Transfronterizos como del Diagnóstico de la Infraestructura y la operación del sistema fue un paso esencial que permitió definir los datos de referencia necesarios para determinar las posibles inversiones en infraestructura que pudieran optimizar la operación de los sistemas para el desvío de flujos que se dirigen hacia el norte en el río Tijuana.

<sup>6</sup> Los recursos lineales son aquellos componentes de la infraestructura que normalmente se construyen al nivel del suelo o por debajo de éste en una dirección lineal y, a menudo, no se puede acceder a ellos sin desenterrarlos o usar equipo de video para evaluar las condiciones internas de la infraestructura.

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

## Evaluación de alternativas técnicas

En la **evaluación de las alternativas técnicas** se documenta el desempeño de catorce alternativas diseñadas para reducir los flujos transfronterizos de la alternativa actual (no acción). Las alternativas se clasifican de la siguiente manera:

- **Categoría 1 – No Acción**
  - 1a. No Acción (línea base): Desviaciones históricas del flujo del río Tijuana, de noviembre de 2009 a marzo de 2016, hasta 1,000 lps
- **Categoría 2 – Optimización de las instalaciones de desvío existentes en México**
  - 2a. Desviar todos los flujos del río Tijuana hasta 1,000 lps
  - 2b. Permitir el desvío de hasta 1,300 lps y mejorar la confiabilidad
  - 2c. Agregar almacenamiento aguas arriba de la PBCILA, combinado con mejoras 2b hasta 1,300 lps
- **Categoría 3 – Ampliación de las instalaciones de desvío existentes en México**
  - 3a. Ampliar el sistema de desvío en México hasta 2,600 lps
- **Categoría 4 – Nuevas instalaciones de desvío en los ESTADOS UNIDOS hasta 1,500 lps**
  - 4a. Nueva planta de bombeo para descargar directamente al Emisor Submarino de South Bay (ESSB) sin tratamiento
  - 4b. Nueva planta de bombeo para descargar a SBIWTP sólo para tratamiento primario
  - 4c. Nueva planta de bombeo para descargar a la SBIWTP para tratamiento completo
  - 4d. Nueva planta de bombeo para descargar a la PTAR de Point Loma
  - 4e. Flujo a gravedad hacia el Emisor Submarino de SB (ESSB)
- **Categoría 5 – Combinación de instalaciones de desvío en México y Estados Unidos hasta 1,300 lps**
  - 5a. Tubería de agua tratada a gravedad, de la PTAR de Tijuana al ESSB
  - 5b. Sistema de tubería de agua tratada a gravedad de las PTAR de Tijuana a la PTAR de Point Loma
  - 5c. Sistema de tubería para agua tratada a gravedad, de las PTAR de Tijuana a Punta Bandera
  - 5d. Nueva planta de bombeo para desviar los flujos en los Estados Unidos hacia la Conexión de Retorno del Efluente Primario (PERC, por sus siglas en inglés) y al tratamiento en la PTAR de SAB, hasta 1,500 lps

Para cada alternativa, se definieron las mejoras y los equipos requeridos, se calcularon los costos de capital<sup>7</sup> y de O&M<sup>8</sup>, y la reducción de los días de flujo transfronterizo se calculó y se comparó con los datos operativos históricos de noviembre de 2009 a marzo de 2016. El 28 de agosto de 2018 se presentaron las

---

<sup>7</sup> Los costos de capital son estimaciones calculadas durante la planificación, incluyen un 30% para contingencias y reflejan los costos de mano de obra y materiales en la región.

<sup>8</sup> Se prevé que las opciones del lado de Estados Unidos sólo operen cuando haya fallas en el sistema de desvío en México o cuando los flujos de clima húmedo sean menores a 1,500 lps. En el cálculo de los costos de operación y mantenimiento se supone que la infraestructura de desvío en México continuará desviando los flujos de clima seco, tal como sucede actualmente; por lo tanto, los costos de O&M de las alternativas técnicas ubicadas en los EE. UU. incluyen los costos de O&M actuales de la alternativa de No Acción, más los costos de O&M de la nueva infraestructura del lado estadounidense., que se estima que estará en funcionamiento durante un promedio de 140 días al año.



## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

alternativas técnicas a los sectores interesados y al Grupo Base, para invitarles a emitir sus opiniones. También se presentaron y explicaron las medidas de desempeño propuestas para la evaluación de alternativas técnicas, incluyendo el costo, la reducción en el número de días de flujo transfronterizo, la complejidad de cada alternativa y la percepción del público.

Considerando la opinión de los sectores interesados y después de un análisis más detallado de las alternativas, en diciembre de 2018 se presentó al Grupo Base información actualizada relacionada con las opciones de inversión. Además de depurar los datos sobre el costo y las definiciones técnicas, se hicieron los siguientes cambios a la lista de alternativas:

- Se eliminó la Alternativa 4e, en la que se utiliza una línea de gravedad en los EE. UU. para transportar los flujos desde México hasta el Emisor Submarino de South Bay (ESSB), ya que no sería técnicamente factible cumplir con la pendiente requerida para la conducción a gravedad, dada la topografía para la alineación de la infraestructura.
- La alternativa 2c, en la que se utilizan presas inflables en el cauce del río Tijuana en México para manejar el volumen y el caudal de descarga, después de la obra de toma de la PBCILA, se eliminó porque el Grupo Base determinó que probablemente se enfrentarían obstáculos insuperables en la implementación de esta alternativa, incluidos problemas de seguridad.
- Se identificó y agregó a la lista una alternativa técnica adicional. En esta opción (4f), se usaría una sola presa inflable en el lado estadounidense del río Tijuana, con los que se formalizaría la práctica actual de usar sacos de arena/tierra para el mismo propósito; se ha visto que esta es una práctica efectiva para controlar el exceso relativamente bajo de flujos en clima seco que no son capturados por la infraestructura de desvío existente en México.<sup>9</sup>
- Se identificó e incluyó en la evaluación final una opción adicional a la Alternativa 4c. Este componente implica el tratamiento del caudal de aguas residuales en la Planta de Recuperación de Agua de South Bay (SBWRP), con una capacidad disponible limitada de 110 lps. Los flujos de hasta 110 lps de una nueva planta de bombeo en los Estados Unidos se podrían transportar a la SBWRP.

Al estudiarse más las catorce alternativas se logró reducir la lista a las seis que se muestran en el Cuadro ES-4, que parecen ser las opciones de inversión más rentables en México o en los EE. UU. para desviar mejor los flujos. Estas alternativas permitirán reducir el porcentaje de días con flujos excedentes entre un 75% y un 92% de los flujos del río Tijuana, o sea, reduciría la frecuencia de los flujos transfronterizos, de 138 días por año como línea de base histórica, a entre 30 y 90 días por año.

El propósito de este estudio es proporcionar a los encargados de la toma de decisiones en ambos lados de la frontera, alternativas técnicas que tengan el potencial de abordar de manera confiable el problema de los flujos en clima seco en el río Tijuana, de conformidad con el acuerdo binacional documentado en el Acta 283. Es importante tener en cuenta que el estudio no ofrece una recomendación única, y que la selección de cualquiera de estas alternativas debe ir seguida de un estudio de factibilidad detallado, una evaluación ambiental, el diseño final, especificaciones y una opinión sobre el costo de construcción probable.

---

<sup>9</sup> Ubicar esta alternativa en México también podría ser una opción preferencial. También se podría evaluar la posibilidad de una presa permanente.

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

Cuadro ES - 4. Beneficios, ventajas y desventajas de las alternativas seleccionadas

Categoría	Alternativa	Descripción	Flujo Objetivo del Desvío	Costos de Inversión Dlls	Costos de Operación y Mtmto.	Promedio Flujo Transfronterizo días/año	Comentarios	
No Acción	1a	<u>No Acción (Línea Base)</u> . Desvío histórico de flujos del Río Tijuana, Noviembre 2009 - Marzo 2016.	Infraestructura existente y desvíos históricos	1,000 lps 23 mgd	\$0.00	\$2.7 M/año	138	
MEJORAS A LA INFRAESTRUCTURA EN MÉXICO	2a	<u>Optimización de las Instalaciones Existentes</u> : Desvío de flujos hasta de 1,000 lps, no desvío cuando el flujo exceda los 1,000 lps	Mejoras a las Planta de bombeo y Obra de Toma (PBCILA, PB1A y 1B) para desvíos de flujos del río Tijuana de acuerdo con el protocolo de comunicación	1,000 lps 23 mgd	\$16 M	\$4.35 M/año	90	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora la capacidad de operación del bombeo y sistemas de conducción al máximo.</li> <li>- Los lodos y sedimentos acumulados se eliminarán de los cárcamos existentes y de los afluentes de canales, restaurando la capacidad necesaria.</li> <li>- Mejora la flexibilidad operativa y reduce los problemas de mantenimiento.</li> <li>- Aumenta las operaciones confiables para el desvío de todos los flujos de aguas residuales transfronterizas en clima seco.</li> </ul>
	2b	<u>Optimización de las Instalaciones Existentes con mejoras</u> : Incrementar el desvío de flujos hasta de 1,300 lps y mejorar la confiabilidad	Mejoras a las Planta de bombeo y Obra de Toma (PBCILA, PB1A y 1B) equipo adicional, generador de emergencia, remoción de arena y basura y modificación al protocolo de operación para desviar 1,300 lps del río Tijuana.	1,300 lps 29 mgd	\$23.5 M	\$4.95 M/año	69	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumenta la confiabilidad del sistema de desvío en México.</li> <li>- Beneficios/costos similares a los de 2a con NUEVA capacidad para continuar las operaciones durante eventos de tormentas menores y la puesta en marcha rápida de los equipos después de la tormenta.</li> <li>- Mejoras en la toma para la eliminación de sedimentos y escombros protegen la longevidad del equipo aguas arriba y reducen el trabajo manual.</li> <li>- Los nuevos generadores ofrecen respaldo para mitigar las interrupciones en el servicio eléctrico..</li> </ul>
	3a	<u>Incremento de capacidad</u> : Nueva infraestructura de desvío y alejamiento en México	Capacidad de desvío al doble en la obra de toma, bombes PBCILA, PB1A y PB1B y modificación de los protocolos operacionales que permitan flujos de desvío hasta 2,600 lps	2,600 lps 60 mgd	\$108 M	\$6.59 M/año	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mismos beneficios/costos que 2b con capacidad adicional para desviar flujos durante los eventos de tormentas, hasta 2,600 lps/ 60 mgd.</li> <li>- Proporciona flexibilidad adicional en la operación y mejora la desviación de flujo.</li> <li>- La viabilidad financiera es una preocupación por los altos costos de capital y de Op. y Mtmto.</li> <li>- Solo se requiere capacidad adicional durante los eventos de tormentas (aproximadamente 50-100 días promedio por año), lo que resulta en un exceso de capacidad y retos para la Op.y Mtmto.</li> </ul>
	4a	<u>Nueva infraestructura de desvío en EE.UU.</u> Nueva planta de bombeo para descargar directamente en el Emisor Submarino de la Bahía del Sur (SBOO) sin tratamiento	Nueva estructura de desvío de concreto, estación de bombeo de 1,500 lps (35 mgd) para conectarse al Emisor Submarino (SBOO) sin tratamiento adicional	1,500 lps 35 mgd	\$27.5 M	\$5.0 M/año	58	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece una capacidad de desvío redundante.</li> <li>- Crítico cuando las operaciones fallan en México y/o para eventos de tormentas menores, hasta 1,500 lps (35 mgd).</li> <li>- Incluye la eliminación física y química de sedimentos.</li> <li>- Diseño típico de la estación de bombeo con requerimientos familiares de operación. Puede diseñarse con químicos para mejorar la calidad del agua.</li> <li>- Términos indefinidos: ¿Propietario/operador? ¿Fuente de ingresos para apoyar las operaciones? ¿Cumplimiento normativo/tolerancia para excepción de calidad?</li> </ul>
NUEVA INFRAESTRUCTURA EN EE. UU.	4b	<u>Nueva infraestructura de desvío en EE.UU.</u> Nueva planta de bombeo que descarga a la PITAR de South Bay para tratamiento primario solamente <a href="#">OPCION, Descargar en la PTAR de reuso South Bay</a>	Similar a la 4a conectándose al Emisor Submarino (SBOO) con tratamiento primario en la PITAR	1,500 lps 35 mgd	\$48 M	\$7.0 M/año	58	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mismos beneficios y preocupaciones que 4a.</li> <li>- Los flujos reciben un tratamiento primario químicamente avanzado en la PITAR, lo más probable que evite los problemas de calidad del agua para la descarga; requiere adecuaciones en la PITAR.</li> <li>- La aprobación regulatoria puede ser más favorable debido al tratamiento primario.</li> </ul>
	4f	<u>Nueva infraestructura de desvío en EE.UU.</u> Una sola presa inflable o vertedor permanente en el Canal del Río Tijuana del lado de EE. UU. <a href="#">OPCION, Ubicarse en Mexico</a>	Infraestructura para captar y dirigir flujos menores de hasta 100 lps	< 100 lps 2.3 mgd	\$8 M	\$3.5 M/año	122	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para controlar los flujos transfronterizos en clima seco debido a fallas en la infraestructura de desvío</li> <li>- Formaliza prácticas temporales similares implementadas con resultados efectivos.</li> </ul>

# ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

## Conclusiones

En el estudio se destacan los siguientes datos sobre las condiciones actuales de la infraestructura de saneamiento en Tijuana y el Sistema de Desvío del Río:

- Existe infraestructura crítica de alcantarillado, saneamiento y transporte de aguas residuales en Tijuana que se encuentra en muy malas condiciones. Esta situación ha provocado fallas frecuentes en las bombas y roturas de las líneas, que hacen que las aguas residuales fluyan hacia el río Tijuana y los cañones adyacentes.
- La inversión continua en la infraestructura de saneamiento de Tijuana y la O&M es fundamental para atender el problema de la antigüedad y el deterioro de la infraestructura, que es susceptible a fallas en las tuberías y bombas, y proporciona un tratamiento inadecuado a las aguas residuales.
- La operación de la infraestructura de desvío en México ha sido poco confiable, con frecuentes interrupciones en el servicio debido a bloqueos en las obras de toma, cortes en el suministro de energía en el cárcamo de bombeo, fallas mecánicas, prácticas de operación y mantenimiento limitadas, y una incapacidad para hacer frente a la gran cantidad de flujos cargados de basura y sedimentos que se asocian con los eventos de precipitación pluvial.
- Los flujos de clima seco en el río están a punto de rebasar la capacidad del sistema de desvío. Las aguas negras resultantes de fallas de infraestructura se mezclan en el río con el caudal natural de las aguas subterráneas y los efluentes tratados de las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas aguas arriba. El sistema que desvía los flujos combinados hacia la red de alcantarillado y saneamiento de Tijuana se está acercando a su máxima capacidad. De no reutilizarse el efluente tratado de Tijuana, el crecimiento continuo de las cantidades de aguas residuales generadas seguirá exacerbando el problema.
- Los bordos de sacos de arena contruidos temporalmente por IBWC para contener los flujos en México han sido efectivas para reducir los flujos transfronterizos en clima seco causados por fallas mecánicas, cortes de energía y bloqueos de basura en el sistema de desvío. Del mismo modo, las rejillas permanentes instaladas por la CESPT para contener basura y objetos mayores en el río antes de la obra de toma han sido útiles para evitar bloqueos en esa infraestructura.
- Los cierres de playas probablemente se ven más influenciados por el volumen del flujo transfronterizo y no simplemente por la cantidad de días de flujo transfronterizo. En este estudio se identifican opciones para reducir el número de días con flujos transfronterizos, así como para atender los flujos más pequeños en el río que surgen después de las tormentas o cuando hay alguna falla en los equipos. En el estudio no se identificó ninguna opción factible para evitar que los flujos transfronterizos de más de 2,600 lps crucen la frontera.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones del estudio con respecto a las oportunidades para la reducción de los flujos transfronterizos:

- Las alternativas del lado mexicano para la captura y el desvío de los flujos del río suelen ser más rentables.
- Debido a los obstáculos relacionados con los permisos y la O&M en los Estados Unidos, es probable que las alternativas del lado mexicano sean más fáciles de implementar.
- La operación confiable de la infraestructura de desvío existente en México representa la opción de menor costo y permite reducir los días de flujo transfronterizo anual en un 35% con Alternativa 2a y 50% con la Alternativa 2b.

## ESTUDIO DE DESVÍO DEL RÍO TIJUANA

- Los presupuestos de O&M previstos para las alternativas en los Estados Unidos suponen que México seguirá operando su sistema a plena capacidad y que las alternativas en los Estados Unidos solo funcionarían en caso de emergencia, según sea necesario.
- La reutilización de aguas residuales aguas arriba reduciría la necesidad de aumentar la capacidad del sistema de desvío. El desvío de efluentes tratados de las PTAR La Morita y Herrera-Solís para su reutilización, reduciría el flujo de clima seco en el río.
- Los flujos desviados y las descargas de los ríos en todos los cárcamos de bombeo deben medirse continuamente con un nuevo sistema SCADA y una nueva sala de control, con el compromiso de compartir esta información con las entidades del Grupo Base.
- Se necesitan plantas generadoras de energía eléctrica de respaldo para garantizar el funcionamiento confiable de los cárcamos de bombeo PBCILA, PB1A y PB1B.

También es de suma importancia que se realicen las siguientes inversiones interrelacionadas en el sistema de saneamiento de Tijuana:

- Reparaciones para prevenir fallas en las tuberías, descargas incontroladas y tratamiento inadecuado dentro de la infraestructura de alcantarillado, transporte y saneamiento.
- Investigaciones para identificar causas y medidas para mitigar los flujos fugitivos al río u otras áreas bajas.
- Presupuestos y programas de operación y mantenimiento adecuados y continuos.

Por último, una solución integral para reducir los flujos transfronterizos debe incluir acciones relacionadas con el manejo de aguas pluviales y residuos sólidos; sin embargo, ninguno de estos aspectos es responsabilidad de la CESPT, ni serán mejorados con las opciones de inversión en infraestructura identificadas en este estudio.

En general, el estudio presenta las seis mejores opciones de inversión para optimizar la efectividad del sistema de desvío que existe en la frontera México-Estados Unidos para el manejo de los flujos de clima seco en el río Tijuana. Algunas de estas opciones también ofrecen la posibilidad de desviar y dar tratamiento a los pequeños flujos de clima húmedo que se derivan de los eventos de tormenta, así como de dar una respuesta más rápida a las condiciones posteriores a los eventos de tormenta. La implementación de mejoras operativas y/o de capacidad en el sistema de desvío, junto con otras mejoras al sistema de recolección, transporte y saneamiento, son necesarias para aumentar al máximo la efectividad del sistema de desvío.