



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

“Identificación de Alternativas de Tratamiento y Disposición Final de las Aguas Residuales y Evaluación del Uso del Agua Subterránea del Acuífero de Tijuana”

Antecedentes

- Localización geográfica de Tijuana-Rosarito: **En zona árida**
- Fuente principal de abastecimiento de agua : **Río Colorado** (recortes potenciales a corto plazo debido a precipitaciones bajas y poca nieve en la cuenca del río Colorado. Acta 319)
- **Altos costos** de agua en bloque, bombeo de 1,200 m
- **Altos costos** para el alejamiento y descarga al mar de las aguas residuales tratadas (bombeo de 140 m).
- **Escaso reuso** de las aguas residuales tratadas, (3% del agua potable).
- **Escaso aprovechamiento** de las aguas subterráneas locales, (30 l/s de 12.13 Mm³/año, 385 l/s de disponibilidad.
- **Altas tarifas de agua**, dentro de las **3 más altas en México**

INTRODUCCIÓN

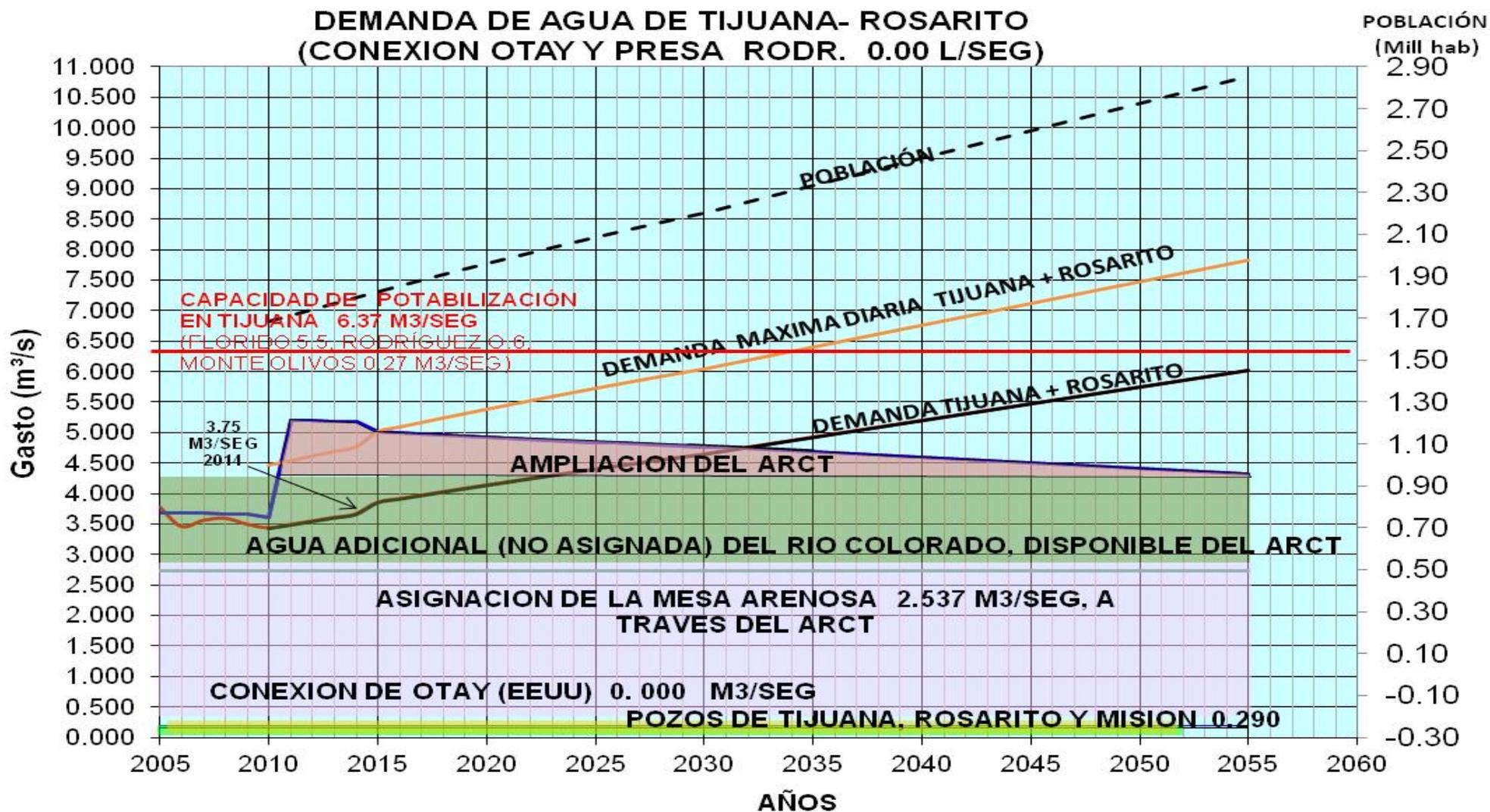
- **CESPT:** Organismo Operador Tijuana - Playas de Rosarito. 1,830,000 habitantes, de los más eficientes en el país.
- Cobertura de agua potable 99.8%, alcantarillado sanitario 90% y saneamiento 100%.
- **Plantas principales de tratamiento de aguas residuales:**
 - Planta Internacional (1,100 l/s),
 - San Antonio de los Buenos (1,100 l/s),
 - Morita (250 l/s), Herrera Solís (460 l/s),
 - Rosarito Norte (210 l/s) y
 - Rosarito 1 (110 l/s).
- **Descargas al mar** en San Antonio del Mar Rosarito e Imperial Beach
- **Reuso ART** - Proyecto Morado, 3% del agua potable en riego de áreas verdes e industrias (riego)
- **Pozos AP:** 13 pozos, producción 30 l/s.
- Erogación de recursos importantes para el pago de energía eléctrica

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Identificar	Sitios y Alternativas de Tratamiento de AR
Reducir	Altos costos de O&M
Aprovechar	Aguas Residuales Tratadas
Recargar y Aprovechar	el Acuífero de Tijuana
Reducir	Incremento de tarifas de agua
Diversificar	Fuentes de agua potable



Proyecciones de Demandas de Agua Potable



ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO Y REUSO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Alternativa 0 (no acción). Considera continuar con las políticas actuales de reuso, tratamiento y descarga al mar, bombeando en la PB1A y PB1B las aguas residuales crudas y tratadas respectivamente hacia San Antonio de los Buenos.

Alternativa 1 (cero descarga). Es una alternativa en la que se plantea reutilizar toda el agua de la cuenca del río Tijuana y Alamar, incluyendo la de la planta internacional (PITAR).

Alternativa 2. En esta alternativa es similar a la 1 pero no se regresa y reutiliza en México el agua de la PITAR.

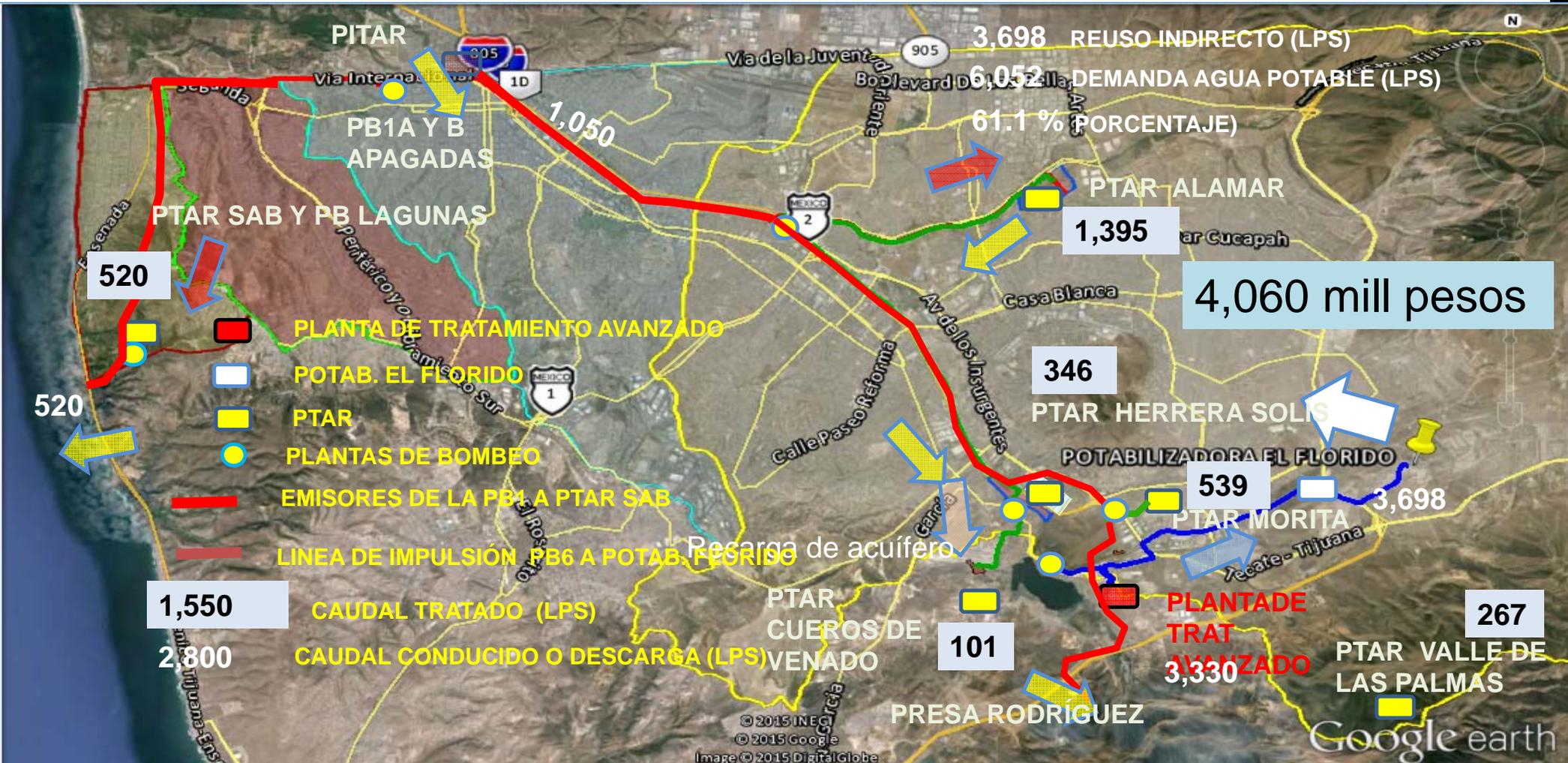
Alternativa 3. En esta alternativa se incluye una nueva presa en el Río Tecate que capta agua por cuenca propia. El reuso propuesto incluye esta nueva presa “Alamar” y la Presa Abelardo L. Rodríguez.

ZONAS DEL ACUIFERO SUSCEPTIBLES DE RECARGAR USANDO ART

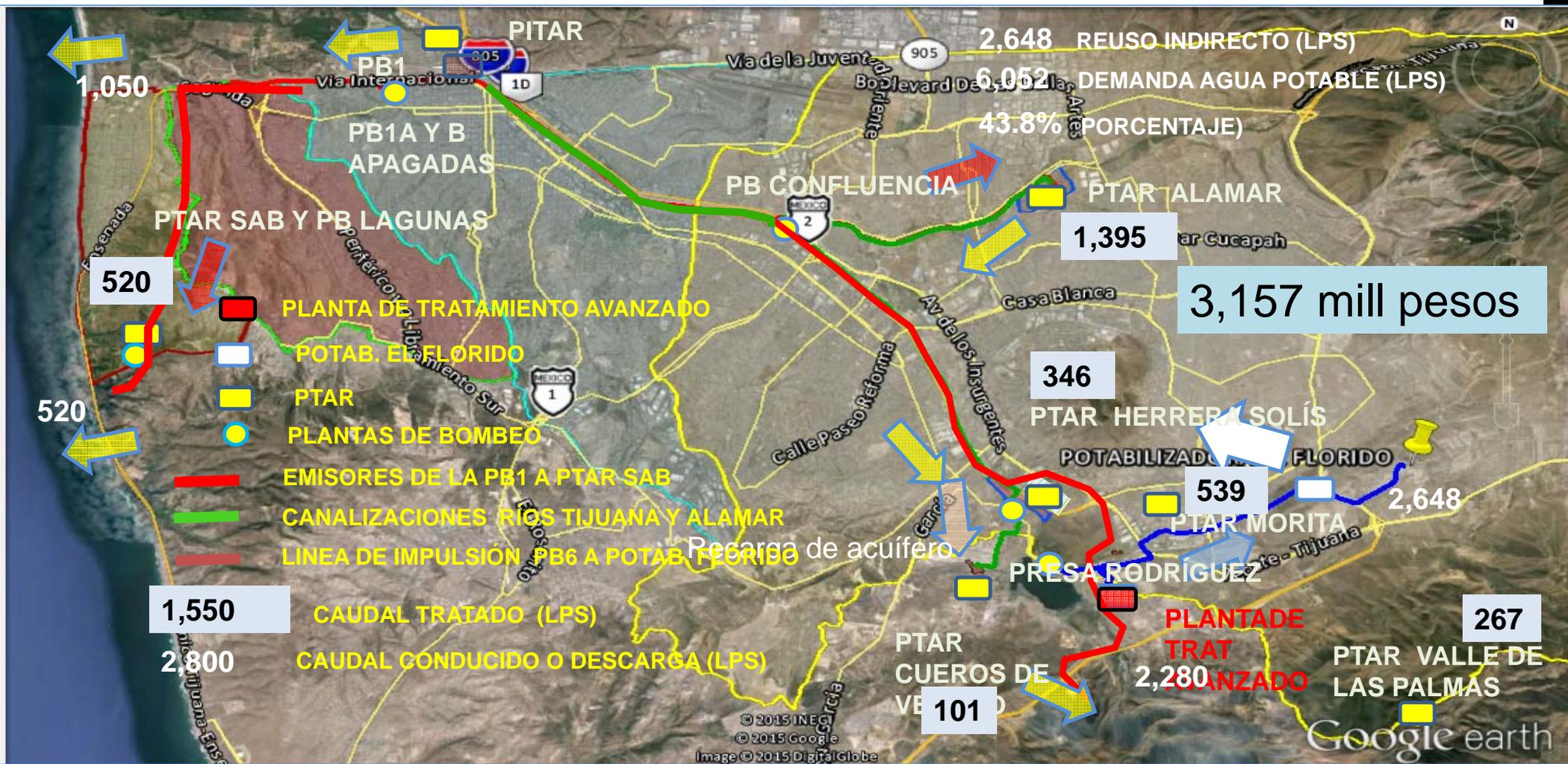
Áreas elegidas en los sedimentos aluviales del Acuífero de Tijuana



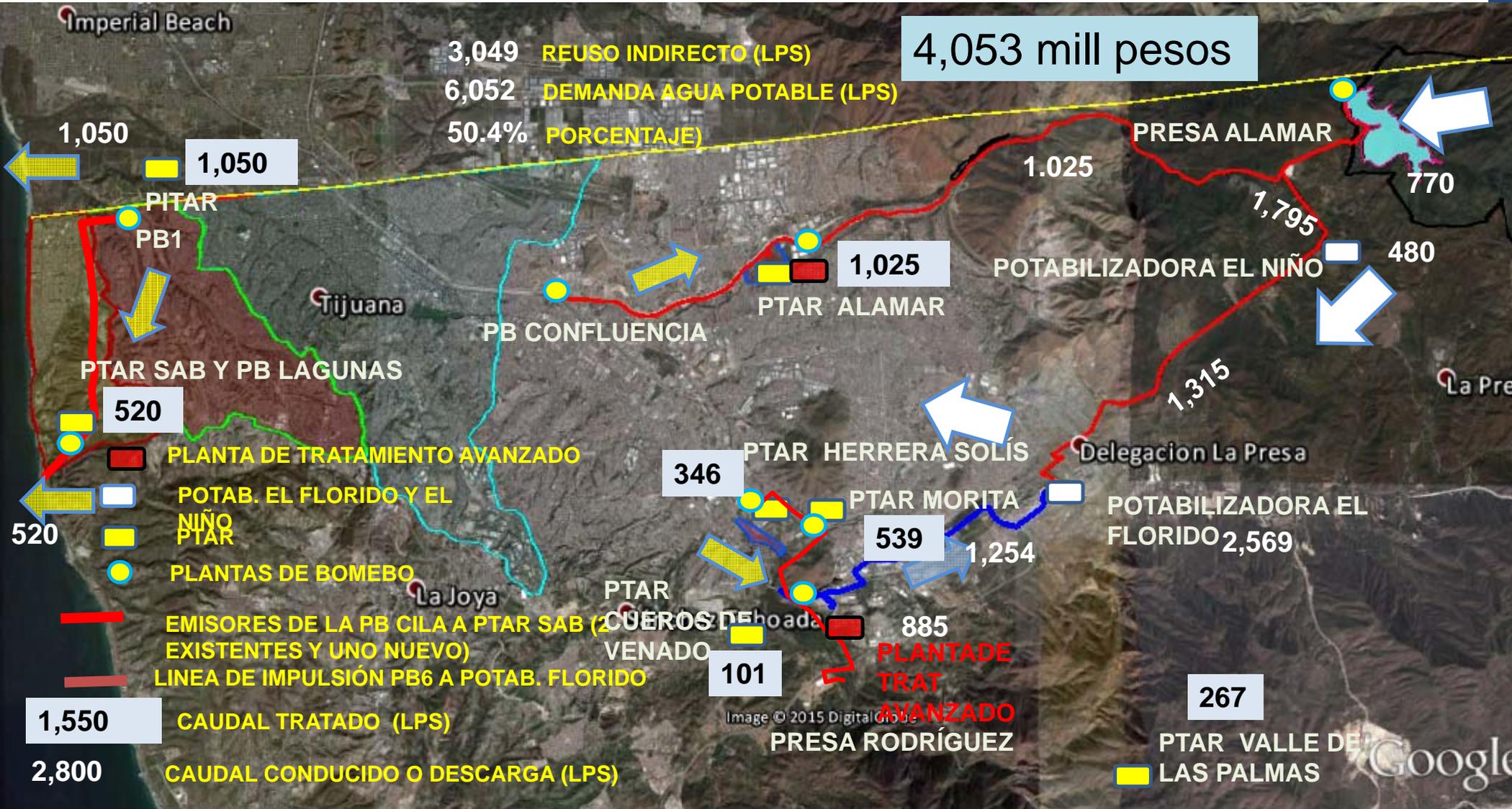
Alternativa 1 Cero Descarga: Apagado de PB1A y B, PITAR, Herrera Solís, Morita, Alamar, Cueros de Venado y Valle de las Palmas. Planta Avanzada y Descarga Aguas Arriba de la Presa Abelardo L. Rodríguez. Año 2055



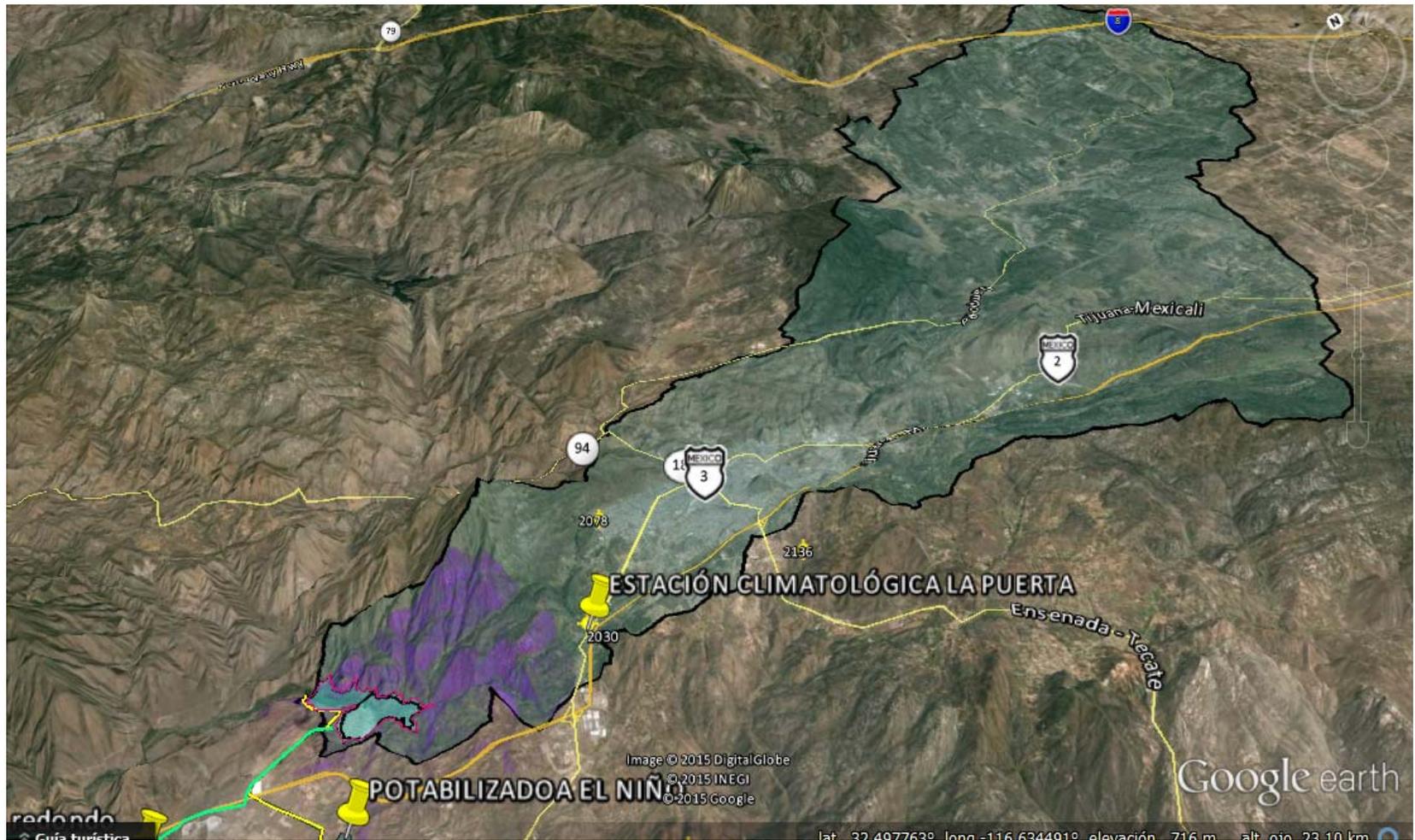
Alternativa 2: Apagado de PB1A y PB1 B. Herrera Solís, Morita, Alamar, Cueros de Venado y Valle de las Palmas Planta Avanzada y Descarga Arriba de la Presa Rodríguez. Año 2055



Alternativa 3 Apagado de PB1A y PB1B. Presa Alamar Herrera Solís, Morita, Alamar, 2055



Cuenca Alamar



Área de la Cuenca 420.5 Km²; Área del Vaso 220 ha; Almacenamiento 46 Mm³

Criterios para la Selección de la Mejor Alternativa

No.	Criterios de Calificación		0	1	2	3
1	Costo Promedio por m ³ en el Periodo	PESOS / M3	8.92	8.50	8.63	7.53
2	Inversión en Infraestructura	MILL DE PESOS	1,345	4,060	3,157	4,053
3	Porcentaje de Agua Tratada con Osmosis Inversa	%	0.00	100.00	100.00	100.00
4	Calidad promedio SDT Agua Potable	SDT (mg/l)	837	399	576	610
5	Volumen del ART en el Periodo 2017-2055	MILL M3/PERIODO	5,419	2,527	3,892	3,413
6	Volumen del Agua Desalada de mar en el Periodo 2017-2055	MILL M3/PERIODO	448	0	0	0
7	Volumen total descargado al Mar	MILL M3/PERIODO	4,096	601	1,892	1,892
8	Longitud de Tuberías en Zonas Urbanas	METROS	18,000	61,199	50,627	23,900
9	Longitud de Tuberías en Zonas Suburbanas	METROS	0	2,800	2,800	31,555
10	Dificultades para la Implementación del Proyecto		1	7	5	10
11	Nueva Presa		0	0	0	1

Criterios para la Selección de la Mejor Alternativa

- Se estudiaron algunas variantes de las alternativas 1, 2 y 3, de acuerdo al porcentaje de tratamiento avanzado que se le dio al agua.
- Del análisis detallado de cada alternativa, se obtuvieron los datos correspondientes a cada criterio de evaluación,
- Se calificaron cada uno de los datos en escala del 1 al 10 o del 6 al 10.
- Finalmente, a cada criterio se le dio un peso en %, la suma de esos porcentajes es el 100%,
- Se plantearon cuatro diferentes distribuciones de porcentajes.



Evaluación de las Alternativas

		Porcentajes Iguales	Ambiente	Costos	Mezcla
	Escenario:	1	2	3	4
Alternativa	Descripción	Calificación Final			
0	NO ACCIÓN. CONTINUAR CON POLÍTICAS ACTUALES. SDT AGUA POTABLE 837 mg/l. 0% ÓSMOSIS INVERSA.	4.41	1.46	8.05	5.4
1A	APAGADO DE PB1A Y PB1B, RETORNO DE EFLUENTE PITAR. SDT 399 mg/l. 100% ÓSMOSIS INVERSA	7.11	2.35	11.79	8.05
1B	APAGADO DE PB1 Y PB1B, RETORNO DE EFLUENTE PITAR. SDT 576 mg/l. 71.5% ÓSMOSIS INVERSA	6.91	2.28	11.24	7.6
1C	APAGADO DE PB1 Y PB1B, RETORNO DE EFLUENTE PITAR. SDT 710 mg/l. 50% ÓSMOSIS INVERSA	6.75	2.23	10.83	7.4
1D	APAGADO DE PB1 Y PB1B, RETORNO DE EFLUENTE PITAR, CALIDAD SIMILAR A ACTUAL AGUA POTABLE. SDT 900 Mg/l. 19.4% ÓSMOSIS INVERSA	6.54	2.16	10.24	7.0
2A	APAGADO DE PB1 Y PB1B. SDT 576 mg/l, 100% ÓSMOSIS INVERSA.	6.61	2.18	11.66	7.94
2B	APAGADO DE PB1 Y PB1B. SDT 710 mg/l. 66.8% ÓSMOSIS INVERSA	6.35	2.10	10.87	7.4
2C	APAGADO DE PB1 Y PB1B. CALIDAD SIMILAR A LA ACTUAL AGUA POTABLE. SDT 900 mg/l. 19.4% ÓSMOSIS INVERSA	5.98	1.97	9.75	6.6
3A	APAGADO DE PB1 Y PB1B PRESA ALAMAR. SDT 610 mg/l. 100% ÓSMOSIS INVERSA	7.70	2.54	12.01	8.23
3B	APAGADO DE PB1 Y PB1B PRESA ALAMAR. SDT 709 mg/l. 70.5% ÓSMOSIS INVERSA	7.49	2.47	11.34	7.7
3C	APAGADO DE PB1 Y PB1B. PRESA ALAMAR. CALIDAD SIMILAR A LA ACTUAL AGUA POTABLE. SDT 900 mg/l. 19.8% ÓSMOSIS INVERSA	7.07	2.33	10.05	6.9

Conclusiones y Recomendaciones

- El agua subterránea tiene mala calidad, corroe a las tuberías y a los equipos de bombeo.
- Algunos de los pozos están mal perforados y diseñados. En una primera etapa se requiere invertir 3.2 millones de pesos.
- Realizar más perfiles multiparamétricos, en diferentes épocas climáticas para el diseño de los pozos, ya sea rehabilitados o perforados
- En todos los pozos realizar una videograbación del interior del ademe y de allí definir si es factible colocar una pila galvánica en el ademe, para que sigan operando o se requiere su reposición.

Conclusiones y Recomendaciones

- Colocar bombas sumergibles de acero inoxidable, que sean de acero 316 ó 914, ya que el que el 304, no es el adecuado para el tipo de agua que se tiene en la zona.
- En una segunda etapa, sustituir primero los pozos Corette, XD, XB, 32 y 36, por pozos que tengan una profundidad aproximada de 40 m (previa confirmación a través de estudios de geofísica y de calidad del agua de la primera etapa). Se requieren 24.5 MDP.

POZO	3	13	14	17	26	29	32	44	56	73
Q (lps)	20	18	24	20	18	20	20	20	10	5
POZO	70	Corette	XD	XA-4	24R-4	65R-5	72R-6	90R-10		
Q (lps)	17	25	15	12.01	45	51	14	40		

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para determinar la cantidad de agua que se puede infiltrar en el acuífero de Tijuana en los sitios identificados se requiere:

- PRIMERA ETAPA DE ESTUDIOS**
- Estudios geológicos e hidrogeológicos de detalle.
 - Estudios geofísicos.
 - Perforación de pozos exploratorios en sitios seleccionados con base en los resultados de los estudios geológicos, hidrogeológicos y geofísicos.
 - Toma de muestras del subsuelo, ensayos granulométricos y de laboratorio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para determinar la cantidad de agua que se puede infiltrar en el acuífero de Tijuana en los sitios identificados se requiere:

PRIMERA ETAPA DE ESTUDIOS

- Realización de pruebas de bombeo para determinar permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, porosidad eficaz y velocidad real del movimiento del agua subterránea, importantes para definir cuando y cuantas muestras de agua tomar en las pruebas piloto de infiltración.
- Toma de muestras de agua y análisis químicos.
- Realización de perfiles multiparamétricos.
- Nivelación topográfica de los pozos exploratorios, para conocer la forma en que se mueve el agua subterránea.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para determinar la cantidad de agua que se puede infiltrar en el acuífero de Tijuana en los sitios identificados se requiere:

TERCERA ETAPA
SEGUNDA ETAPA

➤ Caracterización del ASN y ART; pruebas piloto de infiltración para conocer la capacidad del acuífero para permitir la infiltración del agua y el tipo de reacciones físico-químicas entre el agua subterránea nativa (ASN) y el agua residual tratada (ART).

➤ Construcción de las lagunas de infiltración; modelación matemática de flujo y de transporte de contaminantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del análisis de alternativas se encontró que en primer lugar está la alternativa 3; le sigue la alternativa 1; en tercer lugar está la alternativa 2 y la última es la alternativa 0.

La alternativa 3 resulta atractiva porque incorpora una nueva presa que capta alrededor de 400 l/s, resultado de un análisis hidrológico muy preliminar.

Una buena parte de las conducciones que se requeriría construir están fuera de las zonas urbanas, lo que disminuye costos y dificultades constructivas; sin embargo, será necesario proceder a un estudio posterior para analizar la factibilidad de su implementación.

Tiene la desventaja de que se requiere negociar la adquisición de 220 ha para construir la presa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La alternativa 1 requiere de negociaciones con los EUA para el retorno del agua tratada en la PITAR a México y de obras de conducción que se alojarían dentro de las vialidades laterales a la canalización del Río Tijuana, la alternativa 2 también presenta esta desventaja en una menor longitud.

El reuso de las aguas residuales tratadas se justifica por la escasez de agua, la alta dependencia que se tiene del Río Colorado, las altas tarifas que se pagan por los servicios de agua y porque los costos de desalinización de las aguas residuales son inferiores a desalinizar agua de mar, ya que se requiere de menos presiones para atravesar las membranas de ósmosis inversa y con porcentajes de recuperación del 90%.

Las visitas a los proyectos que se desarrollan en California, que comparten las mismas características de escases de agua y dependencia de fuentes lejanas, demuestran que el reuso indirecto es el camino para hacer un uso más eficiente del agua.

Acciones siguientes

1. Implementar un estudio hidrológico y de alternativas de localización de una presa en el río Tecate - Alamar.
2. Realizar los estudios en los pozos de Tijuana para definir si se rehabilitan o se perforan nuevos a fin de aprovechar el agua local que es la más barata
3. Elaborar los estudios de la primera etapa para analizar la factibilidad de realizar la recarga en el acuífero de los cauces de los ríos Tijuana y Alamar; así como determinar la capacidad de infiltración y la evolución de la calidad del agua en su trayecto por el acuífero.
4. Realizar estudios y proyectos para la construcción de la PTAR en el Alamar a fin de eliminar los bombeos a San Antonio de los Buenos y negociar con los EUA la descarga al emisor submarino de la aguas tratadas que se vierten al canal mientras se implementa el proyecto completo de reuso.
5. Elaborar términos de referencia de los estudios identificados para proceder a su contratación.



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

!!Gracias!!

