

PACÍFICO SUR · BCS

Del Agua de Mar al Agua Dulce

*Lo que aprendimos al visitar la planta
desalinizadora del Hotel San Cristóbal*

Para Todos

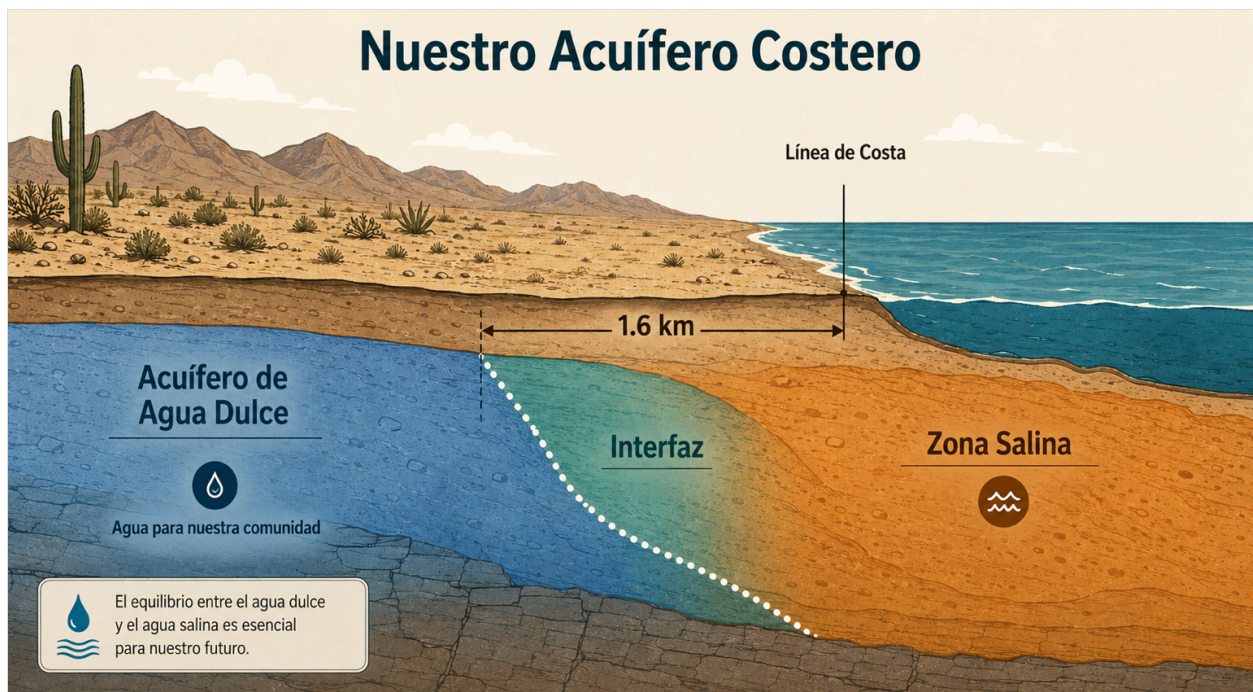
paratodosbcs.mx

SERIE: SOLUCIONES SUSTENTABLES · ARTÍCULO 1

El crecimiento de nuestra comunidad es inevitable. Viene más gente, vienen más proyectos, viene más demanda de todo — pero especialmente de agua. Nuestro trabajo como comunidad no es detener el crecimiento, sino asegurar que ocurra de forma consciente e intencional, protegiendo el entorno del que depende nuestro futuro.

Para eso, necesitamos entender cómo se manejan nuestros recursos. Y el recurso más urgente es el agua.

El acuífero de Todos Santos — nuestra única fuente de agua dulce — se extrae hoy casi al doble de lo que la naturaleza puede reponer. Según datos de CONAGUA, en 2023 se extrajeron 6.6 millones de metros cúbicos contra una recarga de apenas 3.7 millones. La frontera natural entre el agua dulce subterránea y el agua salada del mar se ha desplazado tierra adentro hasta 1.6 kilómetros de la costa, según investigadores de la Universidad Estatal de Colorado — una señal clara de que el acuífero está perdiendo presión. Y 2024 fue el año más seco del siglo en Baja California Sur.

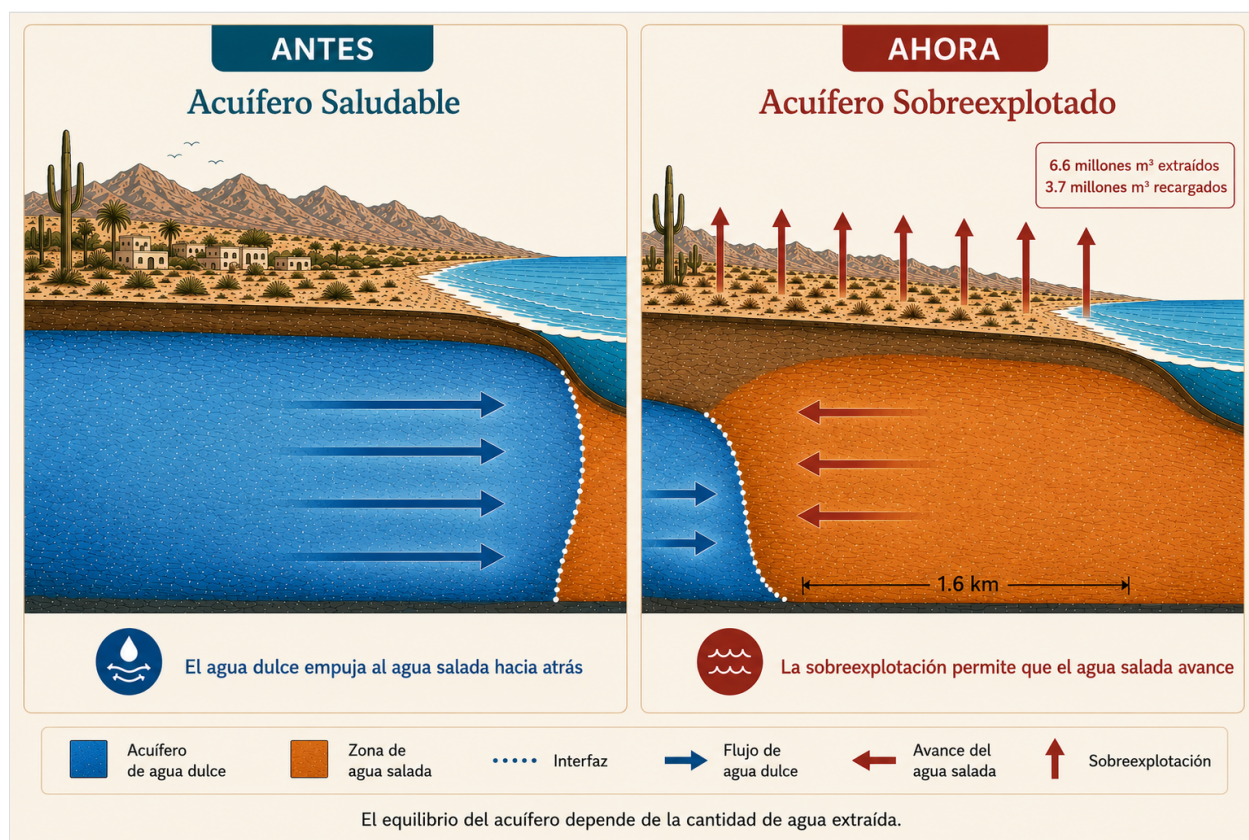


¿Por qué avanza el agua salada?

Para entender la desalinización, primero hay que entender lo que está pasando debajo de nuestros pies.

Imaginen un tira y afloja subterráneo. Por un lado, el agua dulce del acuífero empuja hacia la costa. Por el otro, el agua del mar empuja tierra adentro. Cuando el acuífero está sano y lleno, el agua dulce gana — empuja la frontera hasta muy cerca de la costa e incluso descarga agua dulce hacia el mar a través del fondo marino.

Pero cuando se extrae más agua de la que se repone — como está pasando aquí — el agua dulce pierde presión. La frontera se desplaza tierra adentro. Eso es lo que midieron los investigadores de la CSU: el punto donde la concentración de sal en pozos supera el límite de agua potable se había movido a 1.6 kilómetros de la costa para 2017. No es un río de agua salada viajando kilómetro y medio bajo tierra. Es todo el equilibrio moviéndose porque estamos extrayendo más rápido de lo que la naturaleza repone.



La causa de ese desplazamiento no es algo que ocurre en la costa — son los pozos agrícolas y municipales kilómetros tierra adentro, extrayendo agua dulce y reduciendo la presión que mantiene al agua salada en su lugar. Esto es crucial para evaluar cualquier actividad costera, incluyendo la desalinización.

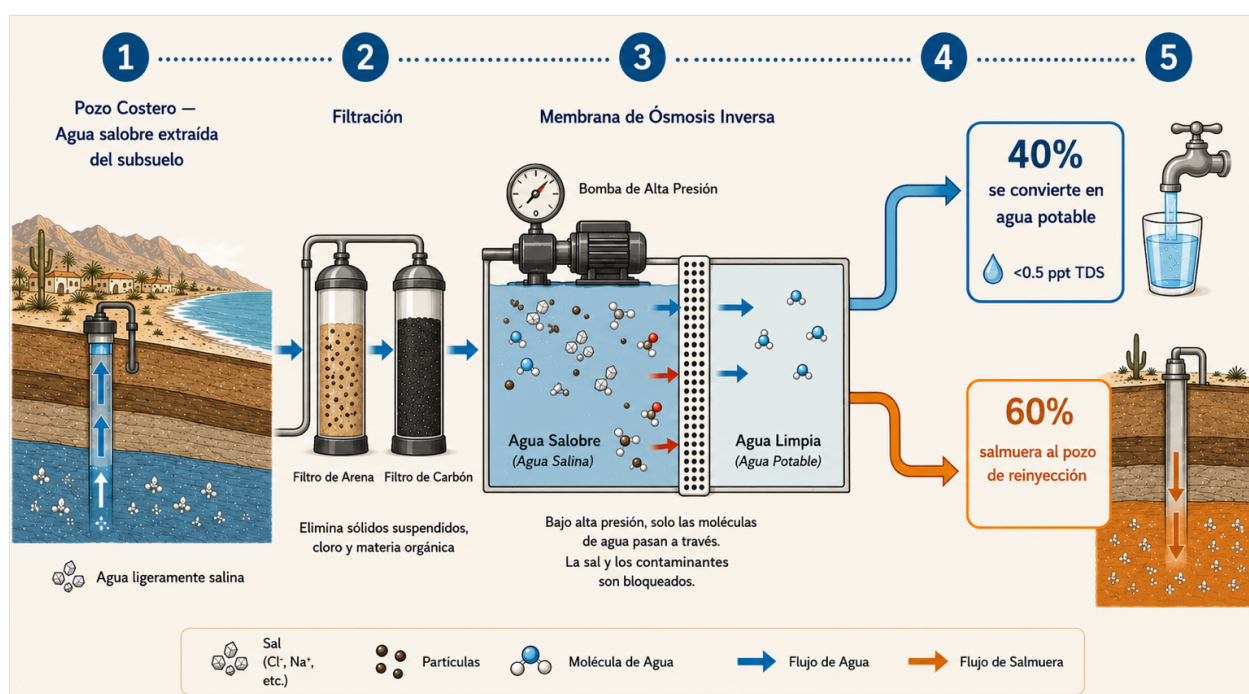
Con eso como contexto, queríamos entender mejor la desalinización. Sabemos que es un tema que genera escepticismo en la comunidad — y ese escepticismo está bien fundado. Las primeras plantas desalinizadoras del mundo descargaban la salmuera directamente al mar, dañando la vida marina. En comunidades como la nuestra, las promesas de infraestructura de agua no siempre se han cumplido. Es natural desconfiar.

Pero la tecnología evoluciona, y queríamos ver por nosotros mismos si la desalinización moderna es realmente diferente. ¿Es una opción viable para los desarrolladores futuros — o incluso para la comunidad? ¿Se puede hacer sin dañar el medio ambiente? ¿Cuáles son los riesgos reales?

Visitamos la planta de desalinización y tratamiento de agua del Hotel San Cristóbal para buscar respuestas. Les compartimos lo que aprendimos — y lo que verificamos por nuestra cuenta.

¿Cómo funciona?

El sistema utiliza **ósmosis inversa** — la tecnología más utilizada en el mundo para desalinizar agua.



Se extrae agua salobre (agua que contiene algo de sal — más que el agua dulce pero menos que el agua de mar) del subsuelo a través de un pozo costero, a unos 50 metros del mar, según mediciones por satélite. No se toma agua directamente del océano — el suelo actúa como filtro natural y se evita atrapar organismos marinos.

Esa agua pasa por filtros de arena y carbón activado, y después bombas de alta presión la empujan a través de membranas semipermeables que dejan pasar el agua pero retienen la sal.

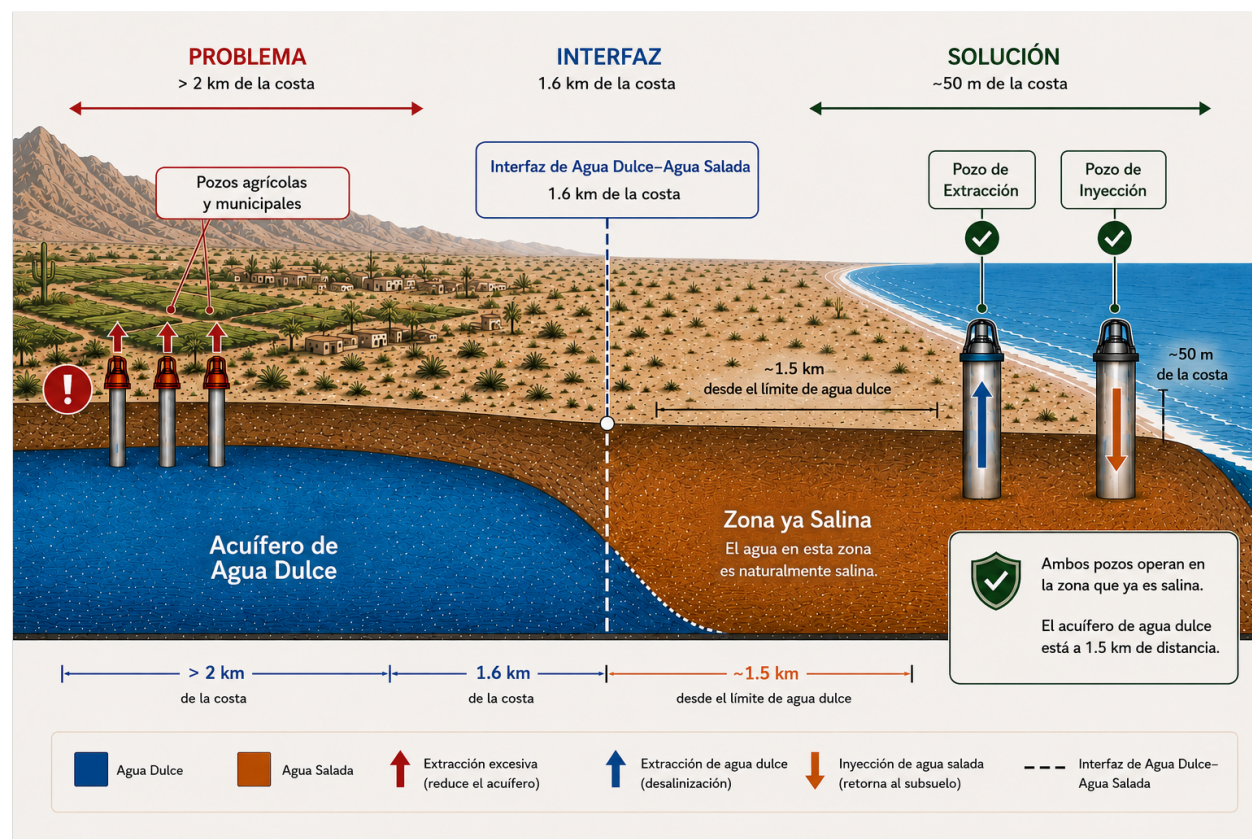
De cada 100 litros que entran, 40 se convierten en agua potable con menos de 0.5 partes por mil de sólidos disueltos. Los otros 60 litros son la salmuera — el concentrado que queda. Ese rendimiento de 40% es el estándar de la industria para este tipo de sistemas.

El sistema opera bajo concesión de CONAGUA, con medidores ultrasónicos que reportan directamente al regulador y análisis de laboratorios certificados que van directo a CONAGUA sin pasar por el operador. Estas auditorías oficiales se realizan cada tres meses por un laboratorio externo, con auditorías internas adicionales cada mes. La concesión limita la extracción a 80,000 metros cúbicos anuales; actualmente usan aproximadamente el 60%.

La pregunta clave: ¿qué pasa con la salmuera?

Esta fue nuestra primera pregunta, y es la correcta. El mayor riesgo ambiental de la desalinización siempre ha estado en el manejo de la salmuera.

La salmuera no va al mar. Va a un pozo de reinyección de 70 metros de profundidad, ubicado también a unos 50 metros de la costa. Desde ahí se dispersa a través de las capas de arena del subsuelo.



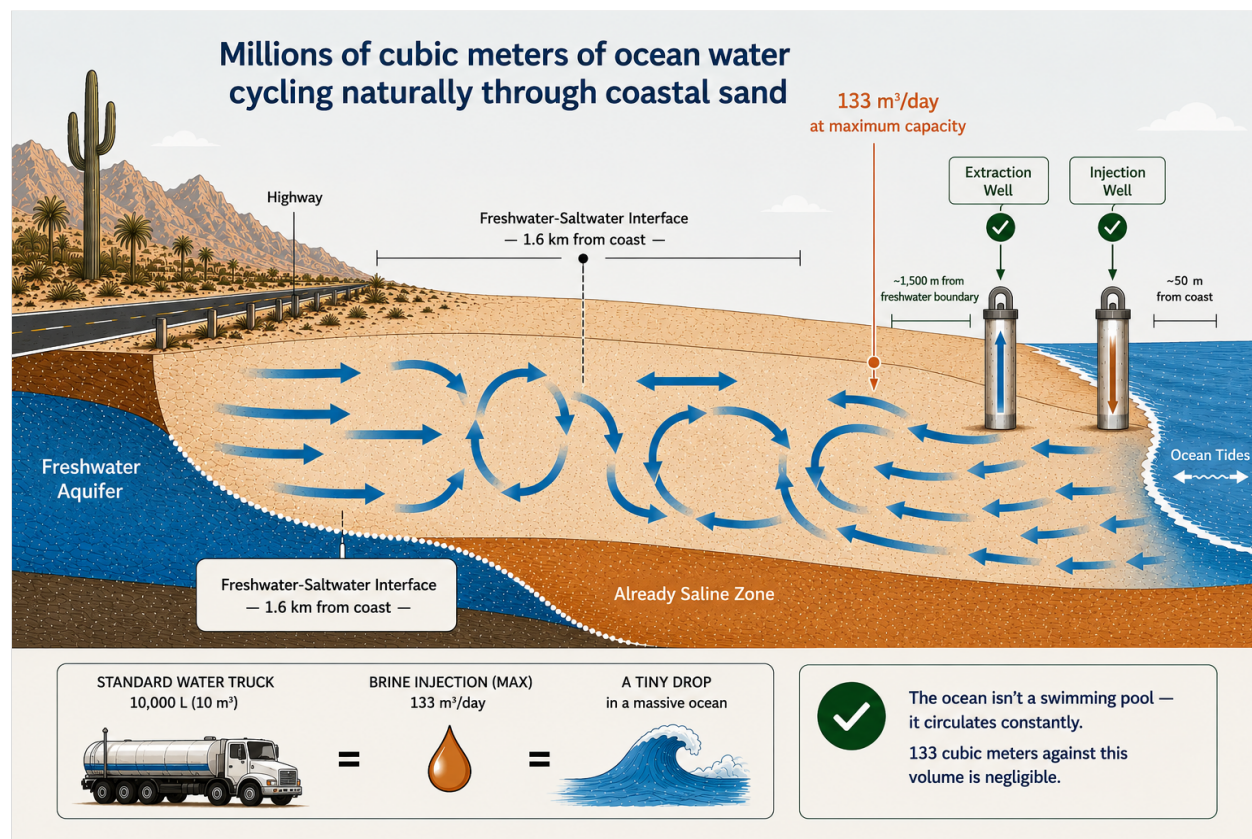
¿Puede esto afectar el acuífero de agua dulce?

Investigamos por nuestra cuenta, y la respuesta corta es: no en este caso — y la razón tiene que ver con ese tira y afloja subterráneo que explicamos arriba.

Recordemos: la frontera entre agua dulce y agua salada está a 1.6 kilómetros de la costa. Los pozos del sistema — tanto el de extracción como el de inyección — están a unos 50 metros del mar. Eso los coloca más de kilómetro y medio del lado del mar de esa frontera, en una zona donde el agua subterránea ya es salada.

La prueba más directa es el propio sistema: si no hubiera agua salada en el suelo a esa profundidad y esa distancia del mar, no podrían extraer agua salobre para desalinizar. La salmuera se reinyecta en terreno que ya es salino.

Una aclaración importante: esos 1.6 kilómetros provienen de un estudio realizado por la Universidad Estatal de Colorado (CSU), y representan una medición general del acuífero. Pero la frontera entre agua dulce y agua salada no es una línea recta a lo largo de toda la costa — varía según la zona. Cerca de los arroyos, donde el agua dulce fluye con más fuerza hacia el mar, el agua dulce puede llegar a estar a tan solo un par de cientos de metros de la costa. En zonas planas y arenosas sin un arroyo que alimente el flujo, el agua salada domina más lejos tierra adentro. Precisamente por eso, cualquier proyecto de desalinización debe incluir un estudio hidrogeológico específico de su ubicación — porque lo que es seguro en un punto de la costa puede no serlo en otro.



¿Pero no contribuye la salmuera a empujar esa frontera más tierra adentro?

A esta escala, no. Lo que empuja la frontera salada tierra adentro no es la salinidad adicional en la costa — es la pérdida de presión del acuífero de agua dulce kilómetros tierra adentro. Es la extracción de 6.6 millones de metros cúbicos anuales contra una recarga de 3.7 millones la que mueve ese equilibrio. Son los pozos agrícolas y municipales los que reducen la presión que mantiene al agua salada en su lugar.

A máxima capacidad, el sistema rechazaría 133 metros cúbicos diarios. Frente al volumen de agua oceánica que circula naturalmente a través de esa franja de arena entre la carretera y el mar — un volumen que se renueva completamente con cada ciclo de mareas y corrientes — esos 133 metros cúbicos no alteran el equilibrio de presiones que controla la posición de la frontera.

Investigación publicada en *Hydrogeology Journal* (2026) respalda esta lógica: cuando se extrae agua salobre al mismo tiempo que se inyecta salmuera — exactamente lo que hace un sistema de dos pozos como este — la extracción contrarresta el efecto de la inyección, manteniendo estable la frontera. Los estudios que sí documentan impactos graves fueron modelados con volúmenes de inyección cien veces mayores que este sistema.

Un punto técnico que vale la pena entender: a 40% de recuperación, el proceso de ósmosis inversa concentra las sales aproximadamente 1.67 veces respecto al agua de entrada. Es decir, la salmuera sí es un concentrado salino — eso es inherente al proceso. Pero lo que determina el impacto ambiental no es qué tan salada es la salmuera, sino adónde va. Y en este caso, va a un punto que ya está saturado de agua salada, a más de kilómetro y medio del agua dulce más cercana, en un volumen insignificante frente al intercambio natural de agua entre el mar y el subsuelo costero.

La precaución que sí importa

La frontera entre agua dulce y agua salada no es fija — se ha estado moviendo tierra adentro a medida que el acuífero se sobreexplota. Lo que hoy es una zona segura para inyección podría dejar de serlo si la sobreextracción del acuífero continúa sin control y esa frontera sigue avanzando hacia la costa.

Por eso el monitoreo continuo de la posición de esa frontera no es opcional — es el indicador más importante de si un sistema como este sigue operando de manera responsable. Y por eso el verdadero riesgo para nuestra agua no es una planta desalinizadora bien ubicada en la zona costera — es la extracción descontrolada del acuífero tierra adentro.

El tratamiento de agua residual

La otra mitad del sistema que vimos merece atención propia.

El proceso funciona en varias fases biológicas: bacterias anaeróbicas descomponen la materia orgánica sin oxígeno; después, en tanques con aireadores que funcionan las 24 horas, bacterias aeróbicas convierten los compuestos restantes en dióxido de carbono y agua. El resultado pasa por tanques de clarificación y finalmente a almacenamiento. El agua tratada cumple con la norma mexicana NOM-003 para riego de áreas verdes, y el volumen reutilizado para riego equivale a unas 360 pipas de agua al año — agua que de otra forma tendría que salir del acuífero.



Según lo que nos explicaron durante la visita, la planta de tratamiento municipal de Todos Santos trata agua residual, pero esa agua tratada prácticamente no se reutiliza. En toda la zona, casi nadie recicla agua tratada — todos riegan con agua potable, incluso para jardines. Si esto es cierto, es un desperdicio que como comunidad deberíamos estar discutiendo.

¿Cuánto cuesta?

De lo que pudimos aprender, un sistema a escala similar requiere una inversión inicial de aproximadamente 3 millones de pesos para el pozo y entre 6 y 8 millones de pesos para la planta desalinizadora. La operación mensual — energía eléctrica para ambas plantas — cuesta entre 70 y 80 mil pesos. Hoy esa energía viene de CFE; la instalación de paneles solares ya está en evaluación.

Quisimos entender el costo real por metro cúbico de agua producida y compararlo con lo que pagamos hoy. Con los datos de la visita, hicimos las cuentas:

El sistema que visitamos produce actualmente unos 16,800 metros cúbicos de agua potable al año. Considerando solo el costo de electricidad, eso equivale a unos **54 pesos por metro cúbico**. Incluyendo la amortización de toda la inversión inicial a lo largo de 15 años y los costos de mantenimiento, el costo sube a unos **99 pesos por metro cúbico** a la producción actual — y baja a unos **73 pesos por metro cúbico** si el sistema opera a su máxima capacidad autorizada.

Para contexto: el agua de pipa en Todos Santos cuesta alrededor de **140 pesos por metro cúbico**. Es decir, incluso contando el costo de construir la planta completa, el agua desalinizada sale entre un 30 y un 50 por ciento más barata que comprarla en pipa. Y en una región con sol prácticamente todo el año, la pregunta de cómo reducir ese costo energético tiene una respuesta obvia que exploraremos más adelante en esta serie.

Lo que esto significa para nuestra comunidad

No estamos proponiendo que la desalinización sea la solución única. El acuífero necesita protección activa: reducir la sobreextracción, mejorar la infraestructura de distribución, y promover el uso responsable.

Tampoco estamos respaldando a ningún proyecto en particular. Fuimos a aprender, hicimos preguntas, tomamos notas, y después investigamos por nuestra cuenta lo que nos dijeron. Le compartimos todo eso aquí.

Después de ver el sistema, investigar la ciencia y verificar los datos, esto es lo que concluimos:

La desalinización, hecha de esta manera, funciona. Cuando los pozos están del lado del mar de la frontera de agua dulce, cuando la salmuera va al subsuelo y no al océano, cuando la extracción y la inyección operan juntas en la zona salina, y cuando todo está regulado por CONAGUA con monitoreo verificable — los riesgos ambientales que legítimamente preocupaban a la gente están controlados.

Eso no significa que cualquier desalinización sea segura. Una planta mal ubicada, sin monitoreo, con descarga directa al mar o cerca del acuífero de agua dulce, sí puede causar daño real. Los estudios que documentan impactos negativos son sobre ese tipo de operaciones. Entender la diferencia importa.

El mayor riesgo para nuestra agua no es la desalinización costera — es la sobreextracción del acuífero. Eso es lo que empuja la frontera salada tierra adentro, lo que contamina pozos, y lo que pone en riesgo nuestra fuente de agua dulce. Una planta desalinizadora bien ubicada en la franja costera no mueve esa frontera. Los 6.6 millones de metros cúbicos que sacamos del acuífero cada año, sí. La pregunta que deberíamos estar haciéndonos no es solo si los nuevos desarrollos pueden evitar dañar el acuífero — es si pueden ayudar a recuperarlo.

Como comunidad, ahora tenemos un marco para exigir. Cualquier planta desalinizadora en nuestra zona debería cumplir, como mínimo:

- Concesión formal de CONAGUA con monitoreo verificable
- Pozos de inyección ubicados del lado del mar de la interfaz agua dulce-agua salada, confirmado por estudio hidrogeológico independiente
- Monitoreo continuo de la posición de esa interfaz a lo largo del tiempo
- Sistema de dos pozos en la zona salina (extracción e inyección simultánea)
- Tratamiento y reutilización de aguas residuales

El escepticismo de nuestra comunidad sobre promesas de agua está bien fundado. Por eso hicimos este ejercicio: para entender la tecnología lo suficiente como para distinguir entre un proyecto que cumple y uno que solo promete.

El agua es nuestro recurso más valioso y nuestro problema más urgente. Entender lo que es posible nos permite exigir lo que es necesario.

Este artículo es el primero de una serie sobre soluciones sustentables para nuestra comunidad. En el próximo, exploraremos qué medidas se pueden tomar para mejorar la situación de nuestros acuíferos.

Para Todos

paratodosbcs.mx