



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

## AUMENTADO LA VIDA ÚTIL DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

*Protección Integral a través de la Tecnología de Impermeabilización por Cristalización*

Por Dr. Les Faure



El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo para una gran variedad de aplicaciones, incluyendo sistemas de tratamiento de agua. Esto tiene un sentido económico y ambiental mientras el concreto está protegido contra el deterioro. Con dicha protección, los sistemas de tratamiento de aguas negras, incluyendo las tuberías de concreto, pozos de bombeo y plantas de tratamiento, disponen de una mayor vida útil.

A pesar de todas las ventajas que ofrece el concreto, su naturaleza porosa permite la permeabilidad de líquidos y gases, y en consecuencia, es susceptible al deterioro

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## **CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

causado por la penetración del agua y del ácido producido por el gas sulfato de hidrógeno ( $H_2S$ ) en las alcantarillas, poniendo en riesgo la integridad de la estructura.

Una solución probada para la impermeabilización tanto del concreto nuevo como el ya existente, es la tecnología Xypex de Impermeabilización por cristalización, la cual ha sido usada en miles de proyectos en más de 90 países. Esta tecnología ofrece una solución permanente, fácil de usar, y económica - considerablemente menos costosa y más conveniente que las soluciones con recubrimientos de membranas (y sus desventajas tales como; roturas, abultamientos o desprendimientos).

La parte fundamental del principio por el que opera la tecnología por cristalización es que usa el agua en los tractos capilares del concreto como un medio difusor para transportar los químicos impermeabilizantes dentro del mismo. Estos químicos migran a través de los canales de la red saturada, donde reaccionan produciendo cristales insolubles que sellan los poros. Después de varias semanas de iniciado el crecimiento de dichos cristales, los líquidos no pueden penetrar y la transmisión de gases es restringida.

El efecto es permanente. De hecho, la tecnología autosella micro-grietas, aún si aparecen años después de la aplicación original.

Los químicos de la Tecnología por Cristalización pueden ser introducidos fácilmente al concreto nuevo en la forma de aditivo o como recubrimiento. Para el concreto ya vertido y curado, su aplicación como recubrimiento es la indicada.

La impermeabilización por cristalización protege al medio ambiente de la contaminación causada por las fugas de aguas residuales y hace el proceso de construcción más verde, al eliminar la necesidad de usar membranas fabricadas con plásticos, asfaltos, resinas de polímeros, solventes y otros materiales con alto costo energético en su fabricación.

La tecnología de impermeabilización por cristalización no es tóxica, no contiene VOC's (Compuestos Orgánicos Volátiles), y está aprobada con la NSF-61 para su uso con agua potable, siendo "NSF Internacional", una entidad ampliamente aceptada como fuente independiente de normas y estándares de seguridad y salud pública alrededor del mundo.

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## **CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Como referencia, está la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en los Estados Unidos de América, particularmente en el condado de Miami-Dade. Esta planta dará servicio a cerca de una tercera parte de los 2.5 millones de habitantes de este condado.

Contiguo a la Bahía de Biscayne, el Distrito Sur una planta de tratamiento de aguas residuales ha sido rehabilitada para mejorar su nivel de purificación e incrementando su capacidad tope de tratamiento a 285 millones de galones diarios (mgd), representando un incremento del 27%. Este es el complejo más grande de tratamiento de aguas residuales en este país y cuenta con uno de los filtros de arena horizontal más extensos.

El crecimiento de la población y la escasez de recursos hídricos son las fuerzas que impulsan este gran proyecto de expansión. En la fase I, más de 4,830 metros cuadrados de superficie fueron tratados a dos capas con el sistema por cristalización fabricado por Xypex Chemical Corporation. Esto fue hecho para impermeabilizar y proteger la estación de transferencia de bombeo y los tanques, así como filtros de floculación.

La fase 2 también usó la tecnología por cristalización como un aditivo para impermeabilizar y proteger el tren de oxigenación, cuatro clarificadores nuevos, con sus cajas divisorias y la estación de bombeo. Un estimado de más de 180 toneladas de productos Xypex fueron necesarios para cubrir la mayor parte de 53,500 metros cúbicos de concreto colado ó vertido en la obra.



**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

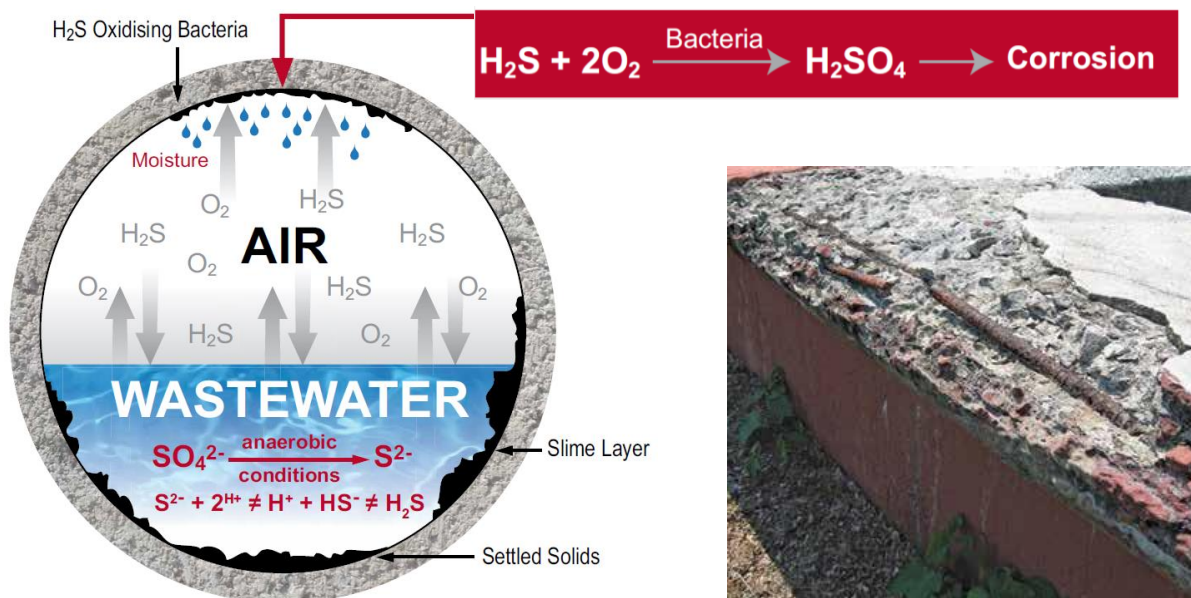
[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)

## CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

“Creemos que el producto trae mayor valor al proyecto, aumentando la densidad del concreto,” dijo John Hoffman, PE, Gerente de Construcción de la fase 2, vocero del Departamento de Aguas y Alcantarillados de Miami-Dade.

El concreto denso es un concreto mucho más durable. El talón de Aquiles para el concreto en estructuras de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales es el gas del **sulfuro de hidrógeno** ( $H_2S$ ), que además de causar el “olor a huevo podrido” también provoca un ataque químico y corrosión. El control (eliminación o reducción) del hidrógeno es una preocupación para los responsables de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, especialmente en climas cálidos o en sistemas con baja velocidad en sus flujos.

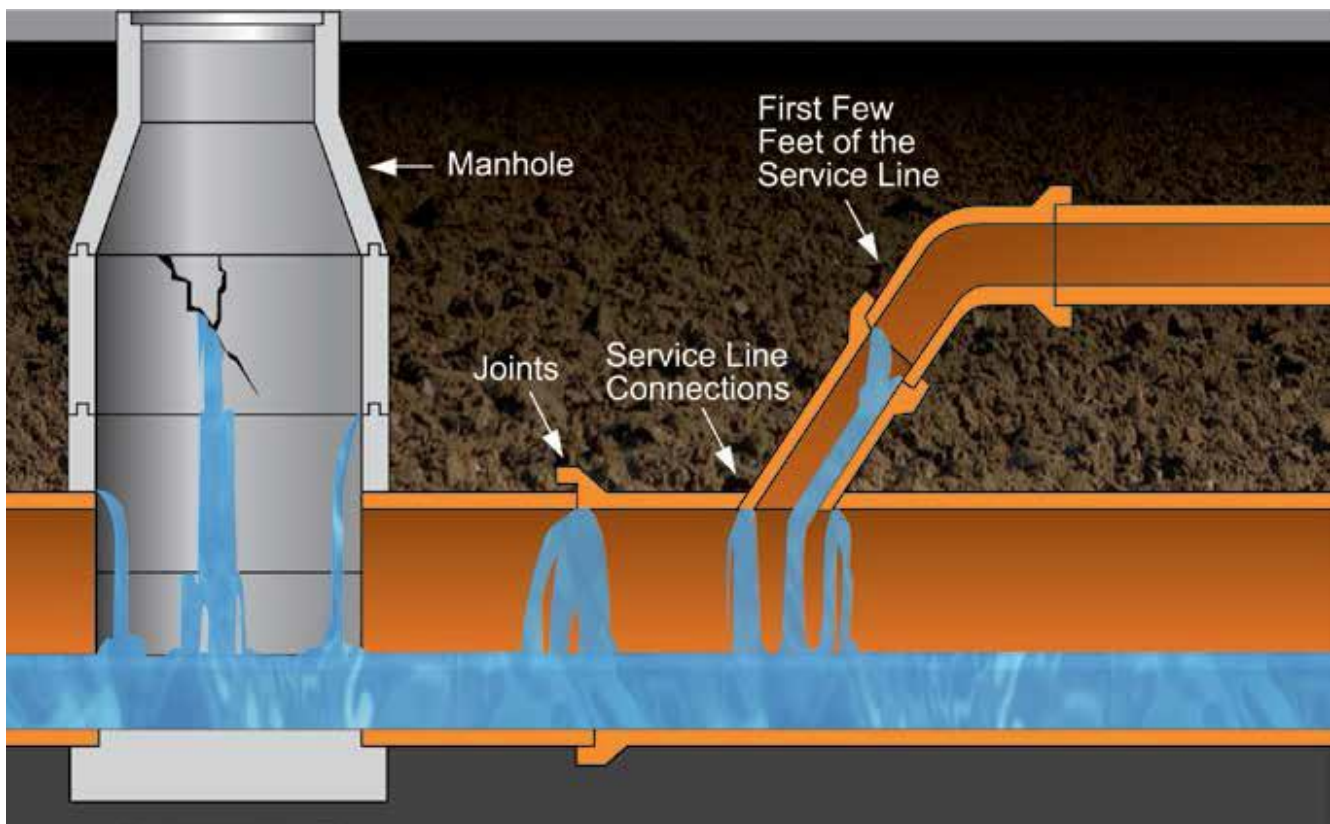


Si una alcantarilla está parcialmente llena, la humedad encima de la línea de flotación es una invitación abierta a la bacteria aeróbica que oxida al  $H_2S$  y que produce el ácido sulfhídrico ( $H_2SO_4$ ). El ácido ataca el hidróxido de calcio y el silicato hidratado de calcio (CSH) del concreto. La corrosión es más severa en la corona de la tubería, donde se acumulan los ácidos. Esto genera un debilitamiento de la tubería y, si no se corrige, puede causar su colapso. La clave es alcanzar una baja permeabilidad de agua y así mantener la bacteria fuera y evitar el problema.

## CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

“Cuando se aplica correctamente la tecnología de impermeabilización por cristalización hace un excelente trabajo densificando el concreto, haciéndolo más resistente al ataque químico,” dijo Paul Steward, PE, Vice Presidente, de “Structural Engineering Services para Thatcher Engineering” en Minneapolis. Steward es un veterano con más de 50 años en proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, desde construcciones nuevas hasta trabajos forenses de corrección y rehabilitación.

Matt Raysin, un ingeniero civil y ambientalista de la División de Ingeniería de Agua Potable y Aguas Residuales del condado de Genesee (Michigan), dijo que la tecnología por cristalización fue usada para áreas críticas en un alcantarillado de casi 24km de longitud (con tuberías de 54” y 72” de diámetro), proyecto que se completó en 2006.



Problemas típicos de infiltración y exfiltración en sistemas de recolección de aguas residuales.

“El producto por cristalización fue el mecanismo que elegimos para proteger el concreto de la corrosión inducida por el desarrollo del sulfuro de hidrógeno” dijo Raysin, “Hubo un notable incremento en la densidad el concreto.”

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

La química de impermeabilización del concreto fue elogiada por su aplicación en diversas áreas en plantas de tratamiento, considerando los comentarios de Doug Harned, Gerente de Proyecto de RMCI, Inc., en Albuquerque, Nuevo México. La compañía fue contratada por la cercana ciudad de Aztec para construir una nueva Planta de Tratamiento de Agua. El principal componente fue el vaciado de colectores de 3.5 millones de galones. El concreto impermeabilizado con tecnología por cristalización fue aplicado en toda la superficie interior de los colectores.

“Durante las pruebas de fuga en las estructuras, la mayoría de las filtraciones en las grietas se autosellaron en menos de una semana”, dijo Harned. “Este resultado excedió nuestras expectativas y los resultados fueron superiores a otros productos similares.”

Las formulaciones químicas de los productos impermeabilizantes por cristalización son un secreto de marca del fabricante, pero en todos los casos estos materiales reaccionan con los subproductos en la hidratación del cemento, tales como, el hidróxido de calcio, comúnmente llamado “cal” – y otros minerales dentro de la matriz del cemento.

El crecimiento de los cristales impermeabilizantes es un proceso gradual, requiriendo de dos a tres semanas para alcanzar su madurez. El resultado es la formación de una red microscópica, como una barrera mientras los cristales crecen a través de los poros del concreto a los que sella contra el flujo de líquidos, *aún contra presión hidrostática extrema*.

Aunque la formación de cristales generalmente madura en dos o tres semanas, el proceso puede continuar mientras haya agua en el concreto. El cese usualmente ocurre debido al secado natural del concreto. La reacción efectivamente nunca termina, lo que significa que si el agua vuelve a penetrar en el concreto, años después, los químicos impermeabilizantes se reactivan. Y una nueva cristalización empieza.

La habilidad del tratamiento por cristalización de Xypex para prevenir el deterioro ocasionado por agresión química no es determinado por un químico específico, se mide por su resistencia a un pH en un rango de 3.0 a 11.0 en contacto constante, y de 2.0 a 12.0 en contacto periódico.

En Canadá, los productos impermeabilizantes cristalinos han sido usados constantemente en construcciones de aguas potables y aguas residuales. Algunos proyectos, son la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Pine Creek con inversión de US\$430 Millones, que puede tratar más de 100 mega-litros de aguas

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## **CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

residuales por día (ML/d), la Planta de Filtración de Agua en Metro Vancouver (no solo la más grande de Canadá, sino la más grande instalación de purificación UV en el mundo.



En la región Norafricana del Medio Oriente (MENA), Xypex Concentrado ha recibido la aprobación WRAS para ser usado en contacto con agua potable, la cual debe mantener una temperatura por encima de los 50°C por requerimientos estatutarios de la Autoridades del Agua de la región. (WRAS Reporte de Prueba MA4049/K).

La planta de desalinización de Ras Laffan en Qatar, parte del prestigioso proyecto Ras Laffan Industrial City, almacena 65 millones de galones y produce 275,000 metros cúbicos de agua potable por día. El proyecto recibió la aprobación del Gobierno de Qatar y el Departamento de Salud Pública y Agua. Es una de las más grandes estructuras de agua potable en el mundo, cubriendo el 40 por ciento de los requerimientos de agua de Qatar. Dos capas de Xypex Concentrado fueron utilizadas para impermeabilizar y proteger 37,999 metros cuadrados de los tanques de agua potable.

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

**Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055**

**[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)**

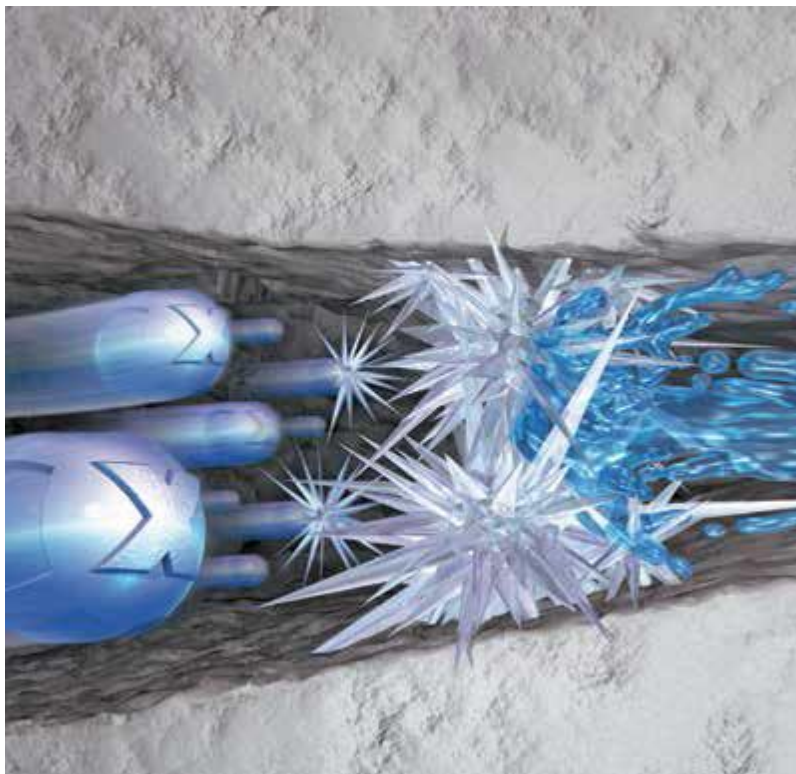
**[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)**



## **CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

En Latinoamérica, el uso de la tecnología por cristalización ha sido aplicada a diversos proyectos de infraestructura de tratamiento de agua donde son necesarias tanto una impermeabilización como resistencia a ataques químicos y a altas presiones hidrostáticas. Algunos ejemplos los podemos encontrar en la planta de tratamiento de aguas residuales de Bogotá, Colombia, la planta de reducción directa de contaminantes en Venezuela, líneas de drenaje en Camurugipe así como las plantas de tratamiento de Santa Mónica y Alegría, en Brasil, la planta potabilizadora Donato Gerardi en Argentina y también en la construcción de diversos acueductos.

Los beneficios de la tecnología por cristalización – Impermeabilización, mejoramiento de la durabilidad estructural y la habilidad de resistir agresión química (en este caso con un alto contenido de sal) hicieron de los productos con tecnología por cristalización, su mejor elección para este proyecto.



La eficacia del sistema de impermeabilización por cristalización en campo, está avalada por exhaustivas pruebas de laboratorios independientes relacionadas a la permeabilidad, sellado de grietas y resistencia química. Las pruebas de Permeabilidad

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)





## **CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

de acuerdo a la división de ingenieros del ejército norteamericano – U.S. Army Corps of Engineers (ACE) CRD C-48-73 *Permeabilidad del Concreto*, demostraron que el tratamiento por cristalización puede resistir hasta 123mts (405 pies) de alta presión – 1.2 MPa (175 psi), lo que fue el límite del aparato usado para elaborar la prueba.

A nivel microscópico, la contracción de las grietas que se forman durante el secado forma pasajes potencialmente permisibles a la filtración de la humedad. Si esto ocurre mientras los cristales se están formando, las micro-grietas de hasta 0.4 mm pueden ser rellenadas. Si ocurren posteriormente, y existe filtración de agua, los químicos impermeabilizantes se reactivan con el agua, haciendo que el concreto se selle por sí mismo en una escala micro.

Los aditivos con tecnología por cristalización no requieren de experiencia o trabajo adicional por parte del contratista al momento de ser agregados en la planta de mezclado del concreto. El curado es simultáneo al de la aplicación del impermeabilizante. La dosificación generalmente está en el rango de 1% a 3% del contenido del peso del cemento.

El concreto con el impermeabilizante por cristalización, puede alcanzar mejores niveles de resistencia a la compresión que otras mezclas similares de concreto “estándar”. Los resultados varían en función de la dosificación.

El método de aplicación al voleo ó Dry-Shake en nuevas losas de concreto, es aplicado tan pronto el concreto alcanza su fraguado inicial. El polvo se esparce en la superficie húmeda y luego se allana uniformemente.

Su aplicación como recubrimiento es lo más indicado sobre concreto nuevo y es el único método disponible para el concreto ya existente. Para el concreto nuevo, es preferible aplicar tan pronto haya fraguado. Si la superficie está seca, debe ser humedecida antes de la aplicación (para utilizar el agua como vehículo transmisor de los químicos cristalinos dentro del concreto).

¿Qué tan vital es construir Plantas de Tratamiento de Aguas Potables y Residuales, en el mundo, que puedan realizar su función apropiadamente?

El Centro de Prevención y Control de Enfermedades en Estados Unidos (CDC) – citando personalidades de la Organización Mundial de Salud (WHO) y UNICEF –

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

proporciona información desalentadora sobre el estado mundial del agua, saneamiento e higiene.

- Agua no apta para consumo humano, sin disponibilidad de agua para la higiene y la falta de acceso al saneamiento, juntos contribuyen a cerca del 88% de muertes causadas por diarrea, más de 1.5 millones de un total de 1.9 millones de niños menores de 5 años de edad que perecen cada año por diarrea, principalmente en países en desarrollo. Esto ocasiona un 18% del total de decesos en niños menores de 5 años y significa que más de 5,000 niños mueren cada día como consecuencia de enfermedades diarreicas.
- A nivel mundial, 884 millones de personas no tiene acceso a una fuente de agua en debidas condiciones.
- De acuerdo a la Organización Mundial de Salud y UNICEF, el mejoramiento sanitario pudiera salvar 1.5 millones de vidas por año, que de lo contrario morirían por enfermedades diarreicas.
- Se estima que 2,600 millones de personas carecen de mejoramiento sanitario (más del 35% de la población mundial).
- El impacto de las tecnologías de aguas limpias en la salud pública de EE.UU. estimó una tasa de retorno de 23 a 1 para las inversiones en filtración y cloración de aguas en la primera mitad del siglo XX.
- Las inversiones en agua y saneamiento son rentables en todas las regiones del mundo. Éstas, demostraron producir beneficios económicos en un rango de \$5 a \$46 dólares por cada dólar invertido.
- Las fuentes de aguas mejoradas reduce la morbilidad por diarrea en un 21%; la mejora sanitaria la reduce en un 37.5%; y el simple acto de lavarse las manos puede reducir los casos de diarrea tanto como un 35%. El mejoramiento de la calidad del agua potable, tales como purificación y filtración del agua para beber, nos llevaría a una reducción de 45% de los episodios de diarrea.

Las estadísticas y otra información del CDC pueden ser encontradas en la siguiente página web [http://www.cdc.gov/healthywater/global/wash\\_statistics.html](http://www.cdc.gov/healthywater/global/wash_statistics.html)

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)

[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)



## CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

En los Estados Unidos, dónde la infraestructura es obsoleta y es una creciente preocupación, el alcance de la tarea puede ser abrumadora; en un reporte del 2004, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) estimó que 34,400 millones de galones de aguas residuales fueron transportadas y tratadas **diariamente** únicamente en los Estados Unidos por más de 21,600 plantas públicas (sirviendo al 78% de la población del país).

La EPA estima que la longitud de su red de drenaje subterráneo abarca 1.2 millones de millas.

Parece que hay mucho trabajo por delante para los científicos ambientalistas e ingenieros, por no mencionar a todos los fabricantes de concreto.

*Les Faure, Director de Publicidad y Promoción de Xypex Chemical Corporation ([www.xypex.com](http://www.xypex.com)), ha trabajado durante 25 años en la tecnología de impermeabilización por cristalización del concreto.*

Traducción del Inglés realizada por el Ingeniero Jorge Ladrón de Guevara, Gerente General de la empresa CIP SA, de Bogotá Colombia, fabricante y distribuidor exclusivo de los productos Xypex de Canadá para Colombia y Peru, ([www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)).

**CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.**

**Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055**

**[www.cipsa.com.co](http://www.cipsa.com.co)**

**[cip.info@cipsa.com.co](mailto:cip.info@cipsa.com.co)**