



Be Right™

Controle los malos olores y la corrosión con H₂S Monitoring

**Descubra cómo la
Planta de Recuperación
de Agua de Central Valley
consiguió ahorrar más
de 120.000 dólares al año.**



Revolucionando el Control de Olores y la Corrosión con Realtime H₂S Monitoring en la Planta de Recuperación de Agua de Central Valley

De los Olores a la Corrosión

Cuando los malos olores que se forman en el alcantarillado llegan hasta una barbacoa del vecindario, se hacen llamadas, se toman medidas y el problema se soluciona rápidamente. Pero, por desgracia para uno de los activos más importantes de la ciudad, ya es demasiado tarde.

El sistema de alcantarillado es uno de los activos más importantes de una ciudad y, para la mayoría de las personas, permanece fuera de la vista y del pensamiento, lo que puede llevar a una menor atención y mantenimiento durante años, o incluso décadas. Este activo transporta las aguas residuales desde todos los rincones de la ciudad hasta la planta de recuperación de agua.

El sistema de recogida representa una extensa red física que incluye tuberías fabricadas con materiales como hormigón, ladrillo y acero. Las estaciones elevadoras, distribuidas por todo el sistema, incorporan bombas, sensores y equipos eléctricos, y pueden variar en tamaño desde pequeños sistemas de bombeo hasta estructuras profundas diseñadas para una ocupación temporal.

Si los olores han salido del sistema de recogida y han llegado hasta una barbacoa de verano, eso significa que el sulfuro de hidrógeno (H₂S) probablemente ya ha comenzado a degradar y corroer la infraestructura. La Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. estima que este problema ha causado daños por valor de miles de millones de dólares en infraestructuras estadounidenses.¹ La clave para resolverlo es encontrar una forma de detenerlo en su origen, protegiendo así estos activos tan importantes y costosos. Esto no era posible en el pasado, pero una nueva tecnología está revolucionando el tratamiento del H₂S, permitiendo a las ciudades y plantas de tratamiento reducir significativamente el uso de productos químicos y proteger sus infraestructuras.



En esta nota de aplicación se presenta un caso en el que la Planta de Recuperación de Agua de Central Valley, en Utah, logró optimizar el tratamiento y ahorrar más de 120.000 dólares en el primer año. Esta historia ejemplar de aprovechamiento de nuevas tecnologías aborda diversos aspectos relacionados con el sulfuro de hidrógeno, como la corrosión, los olores, la monitorización y las estrategias de mitigación.

Antecedentes: El Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

Relación entre el Sulfuro Disuelto y el Sulfuro de Hidrógeno

El Sulfuro de Hidrógeno forma parte de la categoría de sulfuros disueltos. El sulfuro disuelto puede generarse dentro de un sistema de alcantarillado o en un tanque cuando se presentan condiciones anaeróbicas. En tales condiciones, los sulfuros disueltos pueden generarse de varias maneras.

- En sistemas de gravedad de flujo lento, tanques estancados y condiciones anaeróbicas, el agua residual caliente comienza a fermentar debido a la acción de bacterias que convierten la materia orgánica suspendida y disuelta en ácidos volátiles, como el ácido acético, así como en dióxido de carbono, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno.
- El sulfato también puede convertirse en sulfuro disuelto mediante biopelículas anaeróbicas de bacterias reductoras de sulfato. Las zonas donde el agua de mar se infiltra en los sistemas de alcantarillado pueden presentar niveles particularmente altos de sulfato y, en consecuencia, concentraciones elevadas de sulfuro disuelto.
- El Sulfuro Disuelto también puede entrar en el sistema de alcantarillado directamente desde fuentes industriales.

Al analizar las formas del sulfuro y comprender la producción de sulfuro de hidrógeno, surge una distinción importante y un punto común de confusión:

El Sulfuro Disuelto no es lo mismo que **el Sulfuro de Hidrógeno**.

¹Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1991). "Corrosión por sulfuro de hidrógeno: Sus consecuencias, detección y control"

El sulfuro disuelto presenta tres especies principales, una de las cuales es el sulfuro de hidrógeno (H₂S). Las otras dos son el ion bisulfuro (HS⁻) y el ion sulfuro (S²⁻). La especie predominante entre estas tres depende del pH del medio. Para profundizar en la especiación de los sulfuros disueltos, la Tabla 1 muestra cómo varía esta en función del pH.

Por ejemplo, a un pH de 4 unidades de pH (SU), todos los sulfuros disueltos serán sulfuro de hidrógeno (H₂S). A un pH de 10 SU, todos los sulfuros disueltos serán bisulfuro (HS⁻). Y finalmente a un pH de 14 SU, la forma predominante será el ion sulfuro (S²⁻).

He aquí algunas notas importantes sobre la dependencia del pH de estas especies de sulfuros disueltos:

1. El pH en muchos sistemas de recolección de aguas residuales está entre 5 y 9 SU. Esto significa que el sulfuro disuelto presente será predominantemente una mezcla de sulfuro de hidrógeno y bisulfuro.
2. Si el pH aumenta o disminuye después de un punto de muestreo, la fracción de sulfuro de hidrógeno a bisulfuro cambiará. Por ejemplo, a un pH de 7 SU, alrededor del 50% del sulfuro disuelto es H₂S, y el 50 por ciento es HS⁻. Si el pH desciende más adelante en el sistema, se producirá el correspondiente aumento de H₂S.

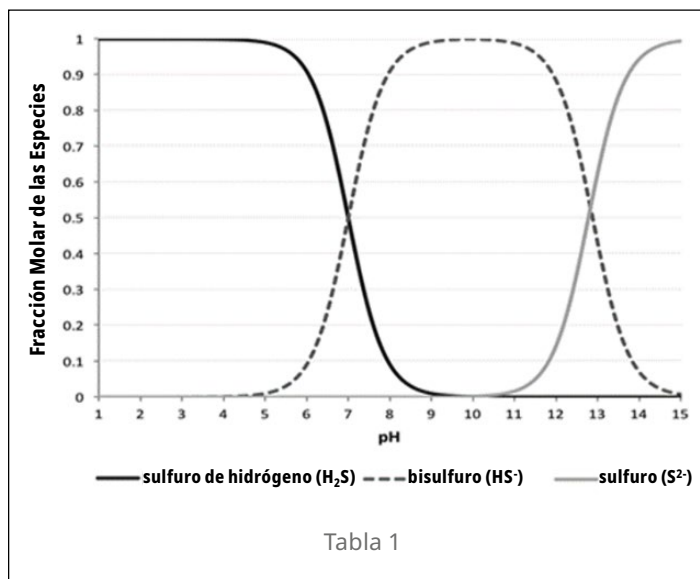


Tabla 1

Puntos críticos (de líquido a gas)

Si el H₂S puede mitigarse en la fase líquida y puede evitarse que entre en la fase vapor/aire, se reducirá eficazmente la corrosión y la destrucción del sistema de recogida, las estaciones elevadoras y las instalaciones de cabecera. Si el H₂S puede gestionarse fuera de la valla de una instalación de recuperación de agua en las distintas fuentes, puede reducir los problemas de olores dentro de la valla. Menos H₂S presente dentro de la valla en la cabecera de una instalación puede reducir el tamaño o el coste de los sistemas de control de olores. Menos H₂S dentro de una instalación también proporciona un entorno de trabajo más seguro para el personal de la planta.

Durante décadas, el control de olores empezó y terminó con la monitorización de la fase vapor/aire. Existen productos de medición y registro muy utilizados para este fin. El reto a superar es que en el momento en que el H₂S ha entrado en el aire, la corrosión ya ha comenzado. Aunque el monitoreo del sulfuro de hidrógeno en la fase de vapor puede ser una herramienta útil para las áreas donde el sulfuro de hidrógeno está presente y ya está causando daños, existen desafíos adicionales con la tecnología tradicional de monitoreo en la fase de vapor que han sido reducidos o eliminados con la nueva tecnología discutida aquí. Las mejores estrategias de mitigación tratan con el sulfuro de hidrógeno en la fase líquida, ya sea previniendo la

formación de sulfuro de hidrógeno o mitigando su formación. Ambas estrategias tienen una fortaleza clave en común – evitar que el sulfuro de hidrógeno se transfiera de la fase líquida a la fase vapor/aire.

Detener la destrucción de activos indispensables para mantener la seguridad de nuestras comunidades, ciudades y medio ambiente empieza aquí.

En los sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales es cada vez más habitual analizar el líquido en busca de sulfuro disuelto mediante pruebas de toma de muestras. Esto puede dar una idea de la posible presencia de H₂S en el líquido en un lugar determinado cuando también se mide el pH. Una característica frustrante y en última instancia destructiva del sulfuro de hidrógeno es su propensión a pasar de la fase líquida a la fase vapor/aire con poco esfuerzo. Esto crea varios desafíos para el muestreo preciso y la comprensión de las relaciones de transferencia de líquido a vapor. Al extraer una muestra líquida de cualquier cuenca o sistema de tuberías para su análisis en laboratorio, el H₂S líquido presente se reducirá, ya que parte del H₂S será transferido a la fase de vapor por el proceso de muestreo, dejando una muestra menos representativa.

El sulfuro de hidrógeno, al ser más pesado que el aire, se encuentra en mayores concentraciones justo por encima de la superficie del agua. La tecnología de registro de olores utilizada habitualmente y su aplicación se prestan a datos variables menos procesables y, lo que es más importante, a datos no representativos debido a una serie de factores:

1. Los dispositivos de registro se colocan normalmente muy por encima del nivel del agua, justo debajo de las tapas de las arquetas, por dos razones principales:
 - a. Fácil acceso para tareas de mantenimiento, que pueden realizarse con una frecuencia semanal debido al ambiente húmedo.
 - b. Fácil acceso para la adquisición de datos
2. Los dispositivos de medición instalados a gran altura cerca de un pozo de registro, por las razones previamente mencionadas, solo detectan una fracción del H₂S en fase vapor.
3. Las condiciones meteorológicas en la superficie, sobre la boca de inspección, pueden alterar el flujo de aire en el dispositivo, generando datos variables y no procesables.
4. La tecnología de los dispositivos de medición de olores no puede instalarse justo por encima de la superficie del líquido debido al alto nivel de humedad y al riesgo de que los cambios en el nivel del agua sumerjan y dañen el dispositivo. Esto representa un problema crítico, ya que el punto más representativo para medir el sulfuro de hidrógeno en fase vapor se encuentra precisamente justo por encima del nivel del líquido.

Para comprender mejor los sistemas de aguas residuales y las zonas donde nuevas estrategias de seguimiento y control podrían ser útiles, se identifican las áreas dentro del sistema donde el H₂S se está formando o está siendo liberado de la fase líquida a la fase vapor debido a la agitación:

- Líneas de alcantarillado presurizadas (tuberías forzadas), donde el H₂S se libera al final de la tubería, en el punto de descarga hacia boca de inspección.
- Líneas de alcantarillado por gravedad con flujo lento, donde el H₂S se libera gradualmente a lo largo del recorrido.
- Los sistemas de alcantarillado en las zonas de desarrollo más reciente, donde las tuberías son de gran diámetro, los caudales aún son bajos, y el H₂S se forma en condiciones de estancamiento.
- Períodos de estancamiento en los pozos húmedos de estaciones de bombeo, donde se forma H₂S y luego se libera al iniciarse el bombeo y la agitación.
- Sistemas de alcantarillado en temporada baja, como los de universidades y zonas turísticas.
- Donde se libera H₂S a medida que las aguas residuales caen en cascada sobre compuertas, vertederos o tableros de cierre.
- Bajo cualquier condición anaeróbica en la que la formación de H₂S se vea favorecida por temperaturas elevadas.

Estudio del Caso de Central Valley (El Problema):

La Planta de Recuperación de Agua de Central Valley ha estado gestionando los problemas de olores y corrosión mediante tecnología de monitoreo de olores y otros recursos disponibles. Sin embargo, a pesar de contar con un plan de gestión del sistema de recogida, el sistema sufrió una falla importante en una tubería debido a la corrosión provocada por sulfuro de hidrógeno.

Los problemas de corrosión del sistema quedaron en evidencia tras un suceso inesperado, cuando se derrumbó una gran línea de sifón del alcantarillado, abriendo un socavón de aproximadamente 6 metros de diámetro que se tragó un árbol. Véanse las imágenes uno y dos.

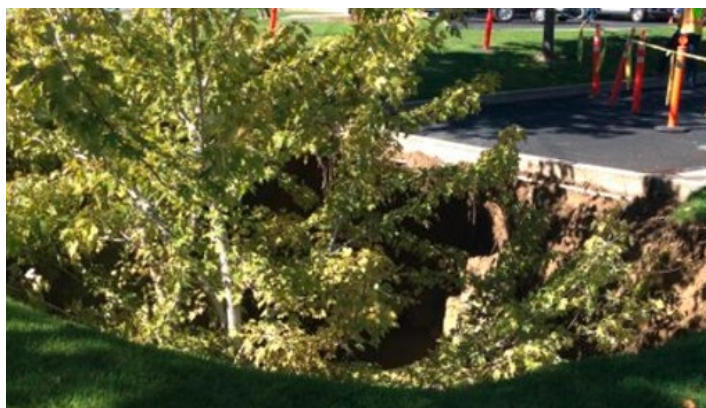


Imagen 1

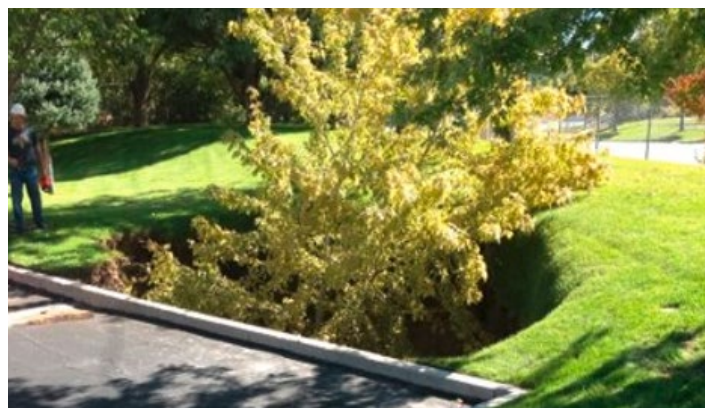


Imagen 2

En las imágenes 3 a 5 se muestra la línea de alcantarillado de hierro dúctil con áreas de corrosión significativa e incluso fallos estructurales. Uno de los principales desafíos con ciertos sistemas de tuberías es que no cuentan con una tubería de respaldo ni con una forma de detener el flujo. Estos sistemas críticos, en ocasiones, carecen de redundancia debido al crecimiento de la infraestructura o a limitaciones en la asignación de recursos. En este caso, la instalación disponía de una segunda línea de sifón que pudo utilizarse mientras se sustituía la tubería dañada. Sin embargo, en muchos otros casos, es necesario recurrir a costosos sistemas de bombeo de derivación sobre el nivel del suelo durante las reparaciones. La inspección de tuberías con flujo completo, como los sifones y las líneas de impulsión, puede ser imposible o, como mínimo, extremadamente difícil. Por ello, contar con un buen plan de mitigación de la corrosión y utilizar la mejor tecnología disponible es fundamental.



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5

La Solución

La instalación ha estado añadiendo compuestos férricos a su sistema durante muchos años para minimizar la corrosión y los olores. Esta estrategia de mitigación química se combina con sus programas de limpieza y mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Sin embargo, el uso de productos químicos representa uno de los mayores costos operativos de la instalación. Por ello, como planta de tratamiento innovadora, buscaron formas de optimizar su sistema de dosificación de productos químicos. Al mismo tiempo, tras el fallo de la tubería que costó a la instalación 2 millones de dólares en reparaciones de emergencia, la empresa quería tener la certeza de que se está añadiendo la cantidad adecuada de compuesto férrico para evitar que se repitan desastres como este.

La monitorización del sulfuro de hidrógeno, en tiempo real, en fase líquida y/o en fase vapor justo por encima del agua es un importante avance tecnológico reciente en el tratamiento de aguas residuales. El nuevo sensor de Hach, el GS2440EX, mide el sulfuro de hidrógeno en fase líquida o vapor. El entorno hostil, húmedo y corrosivo de los sistemas de tratamiento y recogida de aguas residuales no supone ningún problema para este sensor. Su diseño robusto, compacto y adaptado permite la monitorización en tiempo real en muchas aplicaciones de aguas residuales, desde la fase líquida hasta la fase de vapor/aire. En este caso práctico, la planta de tratamiento de aguas residuales utilizó el nuevo sensor de Hach en la fase de vapor. Esta herramienta única les permitió contar con un punto de control en tiempo real sin precedentes, lo que facilitó el ajuste automático de su sistema de dosificación férrica.

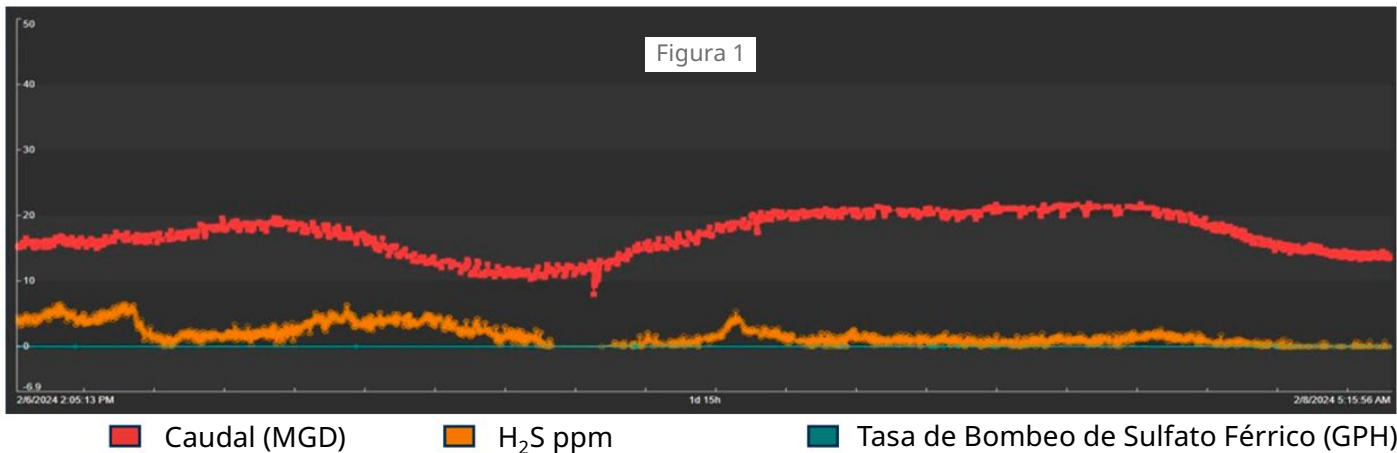


Imagen 6

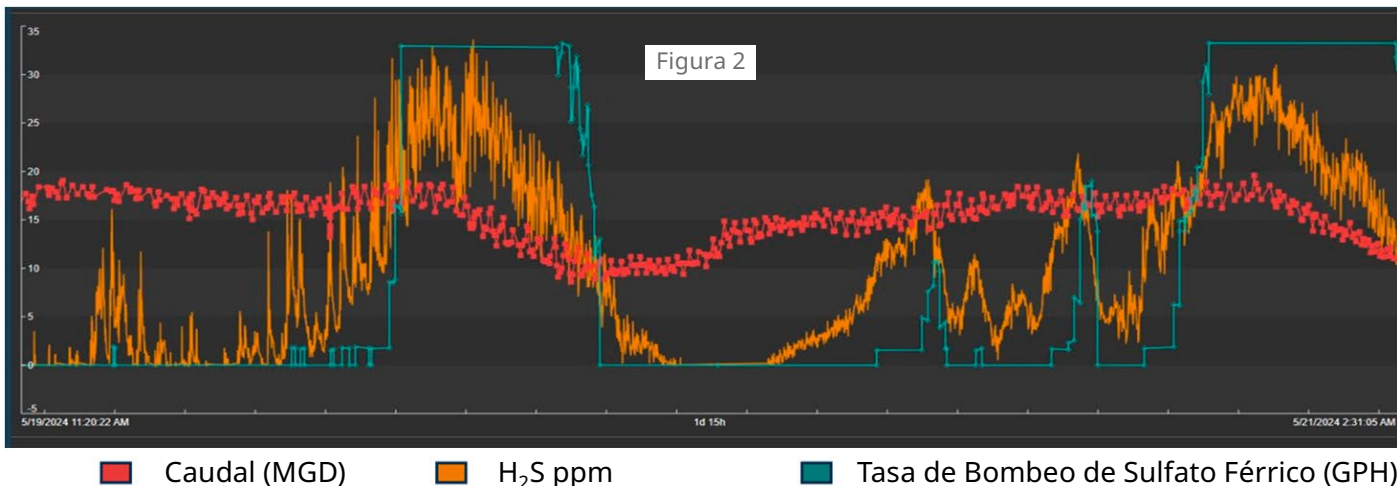
La planta decidió implementar esta nueva estrategia para asegurar una dosificación química adecuada. Una dosificación insuficiente puede provocar malos olores y continuar con la corrosión, mientras que una dosificación excesiva puede generar problemas en la planta de tratamiento de aguas residuales, además de desperdicio y costos innecesarios de productos químicos. En los sistemas de aguas residuales, el sensor GS2440EX puede utilizarse completamente sumergido —como aplicación aprobada para medir H₂S en fase líquida— o bien suspendido justo por encima de la superficie para monitorizar la fase de vapor. Un solo sensor, dos capacidades únicas. Sabiendo que el sensor no presenta problemas en ambientes húmedos, el personal lo instaló justo por encima de la superficie del agua residual.

La imagen 6 muestra el diseño del sistema de dosificación férrica, que utiliza control por retroalimentación en tiempo real. La dosificación de férrico se realiza aguas arriba, en el punto de inyección de férrico de Granger Hunter, y es controlada aguas abajo mediante el nuevo sensor Hach GS2440EX, ubicado en la estación de flujo de Granger Hunter.

En la Figura 1, que aparece a continuación, tras la instalación inicial del sensor Hach GS2440EX durante el invierno en el sistema de recogida, el clima frío provocó una disminución en los niveles de sulfuro de hidrógeno. Para sorpresa del personal de la planta, descubrieron que no era necesaria ninguna dosificación química durante los meses de invierno. Esta nueva realidad ha demostrado generar ahorros significativos y una optimización del sistema, en contraste con el procedimiento anterior. En el pasado, el personal tenía que ajustar manualmente la dosificación química mediante controles frecuentes y presenciales.



En la Figura 2, el marcado cambio en la formación bacteriana de sulfuro de hidrógeno se hace evidente cuando el clima se vuelve más cálido en primavera. El sistema de dosificación de férrico comienza a aumentar progresivamente su actividad, guiado por puntos de ajuste que responden en tiempo real al incremento de H₂S en fase de vapor. Como resultado, se observa una rápida disminución en los niveles de H₂S, lo que demuestra la eficacia del control automatizado.



Mantenimiento del sensor:

El sensor GS2440EX ha estado instalado en este sitio durante ocho meses, y no se ha experimentado ningún tipo de ensuciamiento degradante del sensor, a pesar de su proximidad a las aguas residuales dentro de una cámara cerrada. El personal calibró el sensor en el momento de la instalación y ha realizado verificaciones de calibración a lo largo del año. La frecuencia de calibración recomendada varía en función de la aplicación, pero en general se considera apropiado calibrar cada 1-3 meses.

La precisión del sensor GS2440EX se ha mantenido constante tras cada calibración, incluso después de varios meses de operación en la atmósfera húmeda y corrosiva del sistema de recogida. Es habitual que los dispositivos de registro de H₂S en fase gaseosa deban retirarse del servicio y reemplazarse semanalmente en estas condiciones. Sin embargo, la nueva tecnología de Hach ha demostrado que no requiere este tipo de atención, lo que representa una mejora significativa en confiabilidad y mantenimiento.

Conclusión

En conclusión, este sistema de tratamiento logró mejorar con éxito la dosificación química de la instalación mediante el uso del sensor de H₂S Hach GS2440EX en fase de vapor, en un punto de aplicación que antes no era factible con tecnologías más antiguas. La precisión del sensor y su bajo requerimiento de mantenimiento manual han proporcionado la confianza necesaria para automatizar su estrategia de mitigación química.

Antes de que la planta dispusiera de la solución de Hach, gastaban 500.000 dólares al año en sulfato férrico para controlar los olores y la corrosión. En el pasado, el personal tenía que desplazarse y realizar mediciones regulares de H₂S en campo para ajustar la dosificación química. El nuevo sistema ha demostrado la variabilidad de las concentraciones de H₂S tanto a lo largo del año como a lo largo del día. Ahora, con la capacidad de visualizar en tiempo real los valores actuales, pueden ajustar automáticamente la dosificación o incluso suspender la adición de productos químicos, basándose en datos procesables. Hasta la fecha, ha transcurrido el 75% del año y sólo han utilizado el 41% de su presupuesto de sulfato férrico, lo que supone un ahorro anual estimado de 120.000 dólares.

Según palabras de uno de los responsables del sistema de Central Valley: "Contar con datos en tiempo real nos ha ayudado a tomar decisiones informadas, proteger nuestros activos y ahorrar dinero."

El sensor GS2440EX de Hach ha aportado un nivel de visibilidad que antes no era posible en el tratamiento de aguas y aguas residuales. La monitorización en fase de vapor, combinada con el controlador Hach SC4500 y su control químico mediante señal 4-20 mA, ha superado las expectativas del personal.

El nuevo sensor de Hach y su exclusiva capacidad anfibia -que permite colocarlo justo por encima de la superficie del líquido o completamente sumergido- han demostrado que esta tecnología es la mejor de su clase para proteger infraestructuras de aguas residuales indispensables. El personal ha observado una excelente consistencia en la monitorización de H₂S en fase vapor cerca de la superficie del agua, en comparación con los puntos de aplicación de tecnologías anteriores. La importancia de contar con un flujo de datos estable y constante, sin la fuerte influencia de las condiciones de flujo de aire cerca de una tapa o boca de acceso, ha resultado ser fundamental gracias a esta nueva tecnología."





¿Está buscando revolucionar su estrategia de control de olores y corrosión?

Le invitamos a solicitar un presupuesto personalizado adaptado a sus necesidades específicas.

Con el sensor GS2440EX, obtendrá información instantánea sobre los niveles de H_2S tanto en fase líquida como en fase vapor, lo que le permitirá optimizar la dosificación de productos químicos y reducir los costes operativos.

MÁS INFORMACIÓN ►

