



## Shoal Lake – MICROBE-LIFT® Reduce DBO, DQO, Nitrato y Patógenos en el Efluente Final para Cumplir con los Requerimientos de Descarga, a la vez de Eliminar El Lodo residual en la Serie de Lagunas y Reducir Malos Olores

**Lugar:** Shoal Lake, Oeste de Manitoba, Canadá

**Contexto:**

Shoal Lake es un pequeño pueblo con menos de 1,000 personas en el oeste de Manitoba. Las aguas residuales generadas por el pueblo se tratan en una serie de tres lagunas facultativas aireadas para reducir los parámetros de contaminantes claves en el efluente antes de descargarse al lago. Las lagunas están en serie y se llaman Laguna #1, #2 y #3. Las Lagunas #1 y 2 tienen 49 años, un área superficial de 5 acres y una profundidad de 6 pies con un volumen aproximado de 10 millones de galones (MG). La Laguna #3 ha estado operando durante 26 años y mide 7 acres, tienen una profundidad de 6 pies con un volumen aproximado de 14 MG. El caudal normal de entrada a la serie de lagunas es aproximadamente de 0.22 millones de galones por día (MG). Cada laguna tiene aproximadamente 2 pies de lodo residual. La acumulación de lodo reduce el volumen de trabajo de las lagunas y el tiempo de retención hidráulica (TRH) es de casi 30%.



**Figuraura. 1:** Shoal Lake y incluyendo sistemas de lagunas

Antes del invierno, el agua de las lagunas se bombea hasta un nivel bajo para que puedan recolectar agua durante los meses de invierno cuando no hay descarga de agua. Cuando llega el clima cálido de la primavera, el agua de la tercera laguna se descarga al lago después que se comprueba que los parámetros están por debajo de los límites. El permiso de la ciudad requiere que se cumplan con los siguientes parámetros: DBO <30 mg/L; recuento de coliformes fecales <200 por 100 mL de muestra basado en el Índice MPN; coliformes totales <1,500 por mL de muestra según el Índice MPN; y fosfato total <1.0 mg/L. Las algunas también deben mantener los malos olores a niveles mínimos.

Dado que la actividad biológica disminuye su velocidad dramáticamente cuando las cargas se están alimentando continuamente al sistema en los meses de invierno, se desea que la actividad biológica aumente lo más rápido posible cuando llega la primavera para aprovechar el marco de tiempo cuando las temperaturas son lo suficientemente cálidas para tener un efecto adecuado en el tratamiento.

**Objetivo:** En el 2012, la ciudad tomó la decisión de evaluar un aditivo biológico que pudiera aumentar la actividad biológica con rapidez para alcanzar altos niveles de tratamiento lo más rápido posible. Se tomaron muestras mensuales de los parámetros de operación claves que se monitorean comúnmente para las descargas de aguas residuales con el fin de monitorear efectivamente la eficiencia del sistema. Estos parámetros incluyen DBO, DQO, TSS y TKN, amoníaco, nitrito, nitrato, fósforo total y reactivo, y recuento de coliformes totales y fecales. El aditivo evaluado fue la formulación **MICROBE-LIFT®**, fabricado por Ecological Laboratories, Inc. en Cape Coral, FL y distribuido por Gerald Wiebe and Associates de Manitoba. Este producto se ha utilizado con éxito alrededor del mundo para mejorar la eficiencia de los sistemas biológicos, incluyendo sistemas de lagunas, produciendo un efluente de alta calidad y a la vez reduciendo malos olores y descomponiendo el lodo residual orgánico que se acumula al fondo de la laguna lo cual resulta en un ahorro significativo en los costos en general.

LAGUNA 1

Hay muy pocos datos históricos disponibles de este sistema. Se realizó un monitoreo más exhaustivo el año en cuestión para evaluar mejor el impacto del programa de bioaumentación. Se monitoreó el rendimiento de las lagunas de forma individual. La Figura 2 muestra los parámetros primarios de aguas residuales del monitoreo de la Laguna #1.

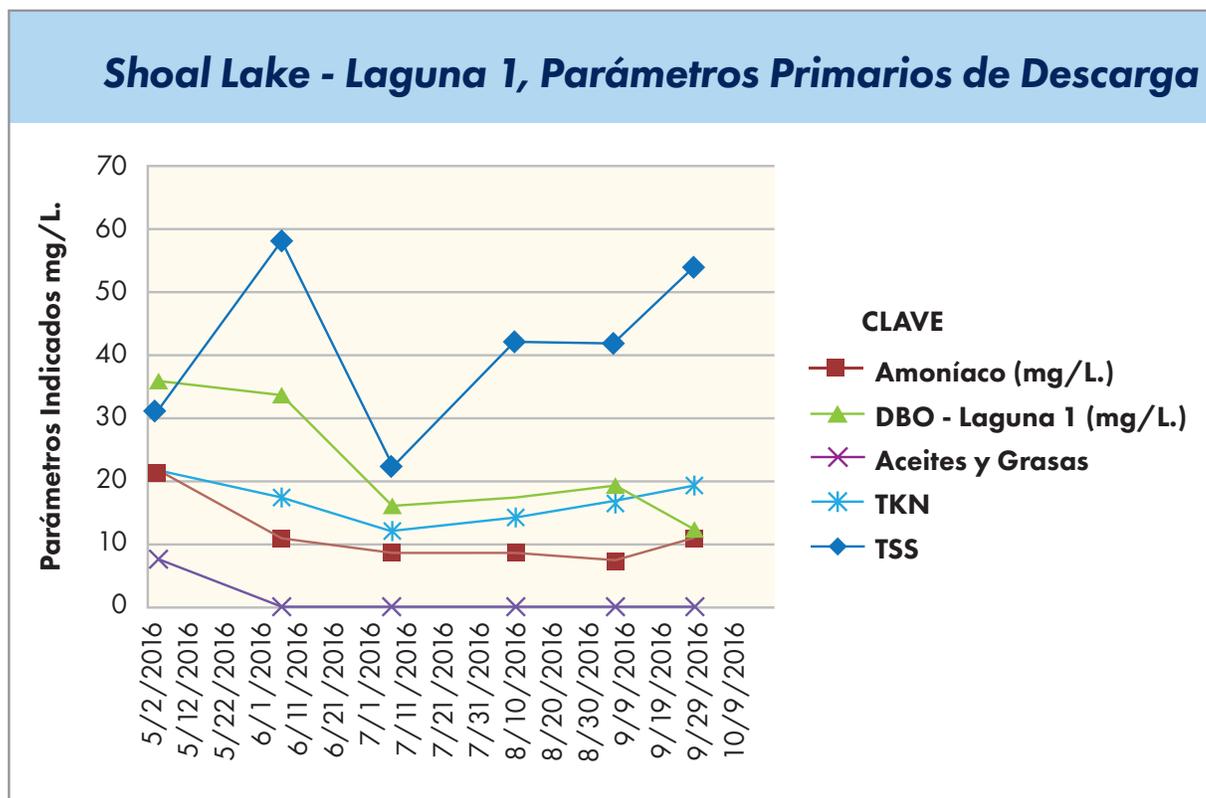
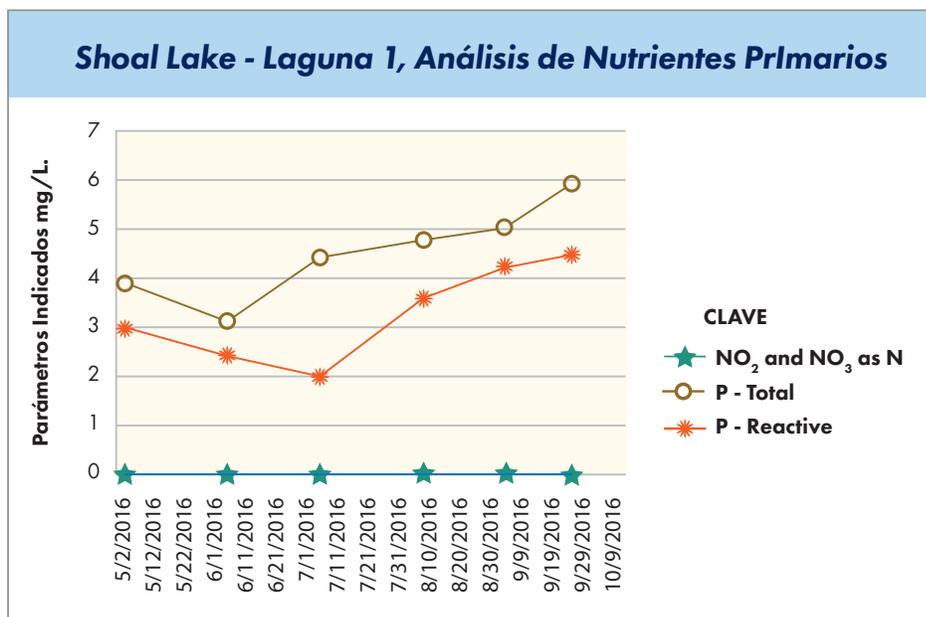


Figura 2: Resultados operacionales para la Laguna #1 de Shoal Lake.

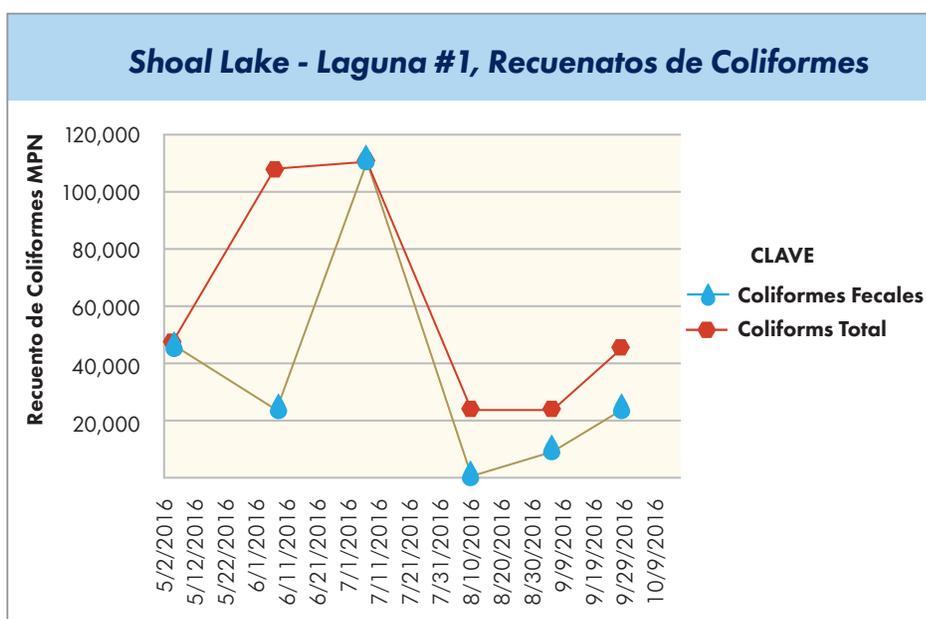
La reducción de DBO más dramática se observó de mayo a julio, con una reducción total de más del 50% por debajo de los 20 mg/L. Se observaron resultados similares con el amoníaco, TKN y aceites y grasas. El único parámetro que aumentó fue el TSS, lo cual es de esperarse dado que las poblaciones de bacterias crecen para descomponer la carga orgánica. No obstante, una vez se agota, o estabiliza, la fuente de sustrato, el nivel de TSS baja, tal como se observó en julio. El incremento de TSS más adelante en el tiempo se debió a que las bacterias comenzaron a digerir los sólidos orgánicos acumulados en el fondo de la laguna como fuente de alimento.

Los análisis de nutrientes de la Laguna #1, Figura 3, muestran niveles ínfimos de nitritos y nitratos durante el período. Es posible que el mecanismo primario para la reducción de amoníaco, en esta etapa incipiente de la aplicación, es el resultado de la absorción heterotrófica de amoníaco como fuente de nitrógeno para la síntesis celular. Esto lo respalda el aumento inicial de TSS. También se redujo el fósforo reactivo y una vez más el mecanismo de reducción probable es la absorción heterotrofia para cumplir con los requerimientos de fósforo necesario para el crecimiento bacteriano. El leve incremento en el fósforo total es probable que se deba a la degradación de sólidos biológicos en el fondo de la laguna, pero no debe ser una preocupación significativa dado que es muy poco probable que la fracción no reactiva del fósforo pueda ocasionar problemas en la calidad del agua, tal como proliferación de algas.



**Figura3:** Datos de Nutrientes de la Laguna #1 de Shoal Lake.

Los números de coliformes totales y fecales varían. Los números de coliformes totales por lo general aumentan a la vez que aumenta la temperatura y se observa más actividad biológica. En general, la aplicación de la tecnología MICROBE-LIFT® resulta en una reducción significativa en los recuentos de coliformes fecales. Es posible, dependiendo del método de ensayo utilizado, que ciertos organismos de la tecnología MICROBE-LIFT® puedan dar un falso positivo en cierto momento, pero con pruebas adicionales se puede confirmar que esos organismos no son coliformes. Ya que se observan estos números en la Laguna #1, estos números no son de gran preocupación dado que esta agua no se descarga directamente al lago, sino que fluye primero a la Laguna #2.

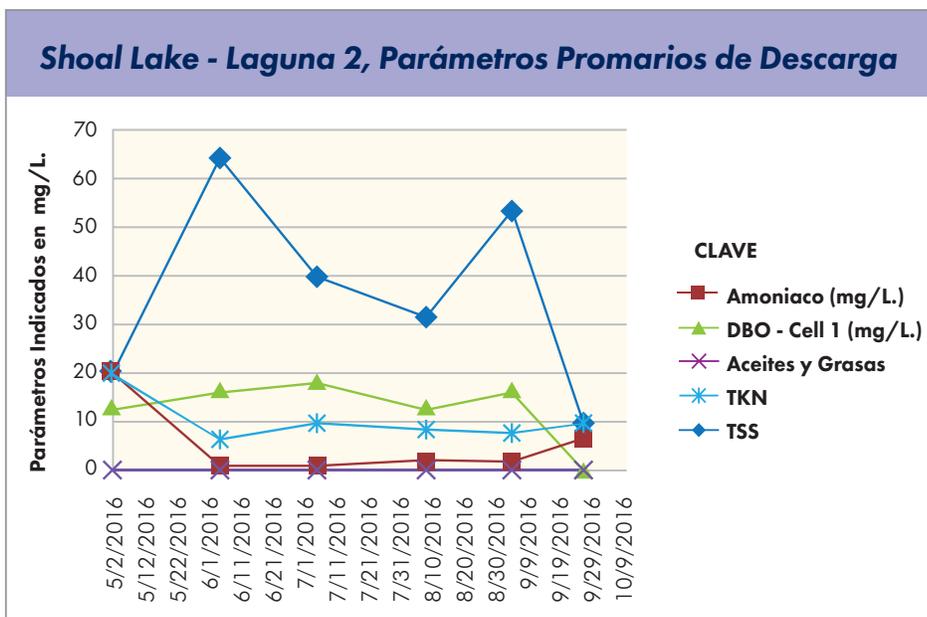


**Figura4:** Datos de Coliformes de la Laguna #1 de Shoal Lake.

## LAGUNA 2

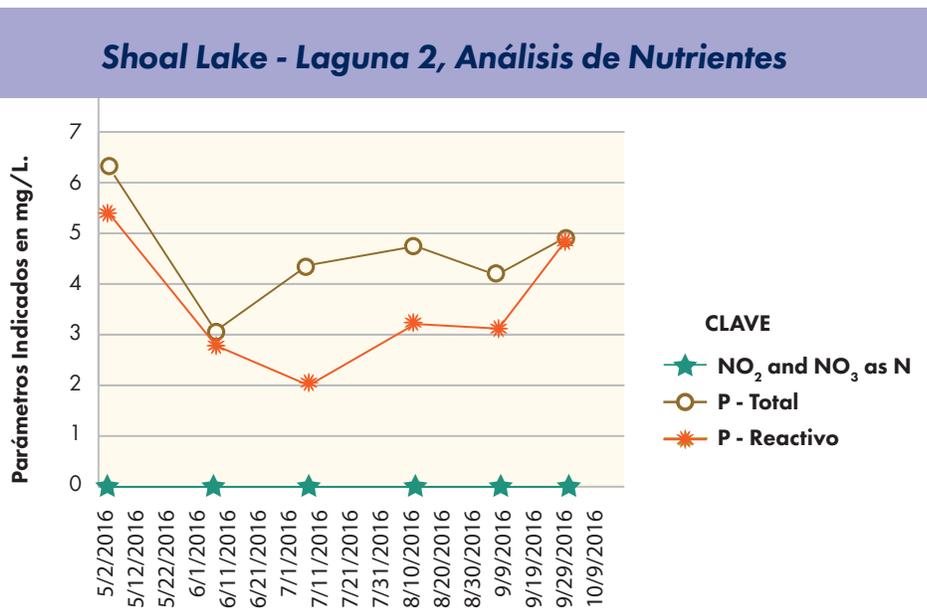
Continuando con los datos primarios de descarga de la Laguna #2 (Figura5), todos los parámetros excepto DBO se redujeron significativamente. EL DBO aumentó levemente y esto es algo que se ha observado en varias aplicaciones en lagunas alrededor del mundo. Este incremento se debe a la degradación de sólidos que se han acumulado en el fondo de la laguna, una vez se reducen significativamente los orgánicos solubles. En casos documentados, se ha demostrado que al mes es posible digerir de 1" a 3" de sólidos orgánicos acumulados en el fondo de la laguna. Esto resulta en ahorros significativos en los costos de dragado.

**Figura5:** Resultados operacionales para la Laguna #2 de Shoal Lake



Los niveles de nutrientes (Figura6) muestran que los niveles de nitrato y nitrato continuaron muy bajos. El fosforo total y reactivo está ligeramente alto, pero el fósforo reactivo más importante se redujo hasta casi 1/0 mg/L. Mientras los orgánicos se reducen, como resultado de su proceso de eliminación en la Laguna #1, habrá menos absorción heterotrófica.

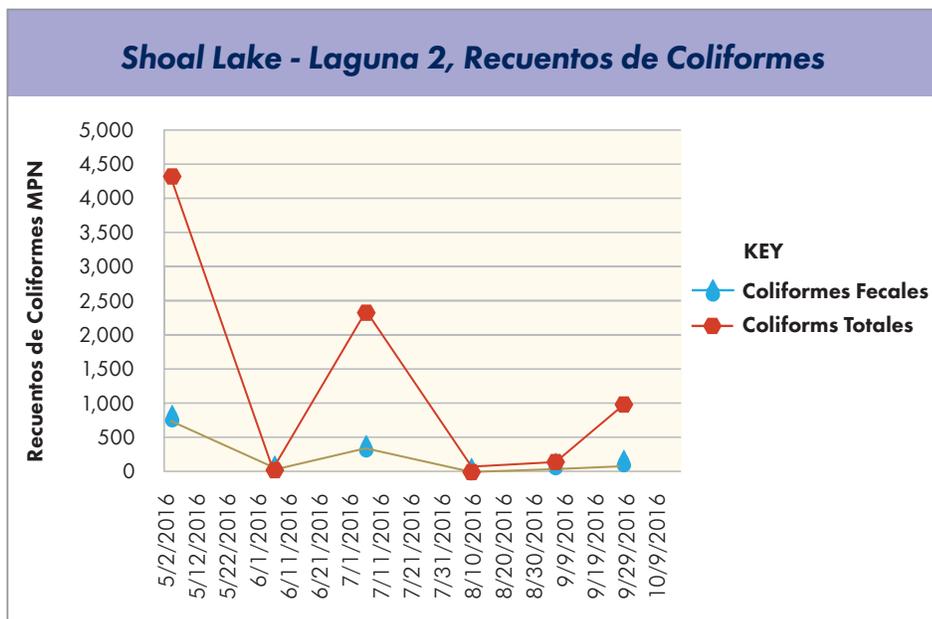
**Figura6:** Datos de Nutrientes, Laguna #2 de Shoal Lake



# Shoal Lake – MICROBE-LIFT® Reduce DBO, DQO, Nitrato y Patógenos en el Efluente Final para Cumplir con los Requerimientos de Descarga

Los números de coliformes para la Laguna #2 son mucho menores, ya que las poblaciones de la formulación MICROBE-LIFT® compiten con los coliformes nativos por los nutrientes disponibles. El aumento en el recuento de coliformes totales en julio puede atribuirse, una vez más, a una lectura falso positivo de ciertos organismos en la formulación de MICROBE-LIFT® debido a sus capacidades metabólicas versátiles.

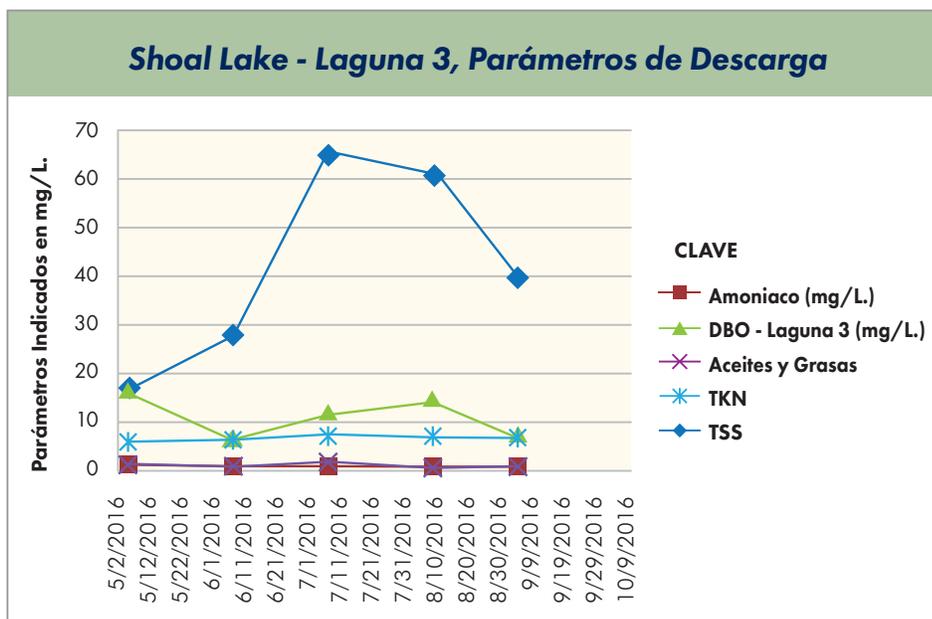
**Figura7:** Recuentos de Coliformes, Laguna #2 de Shoal Lake



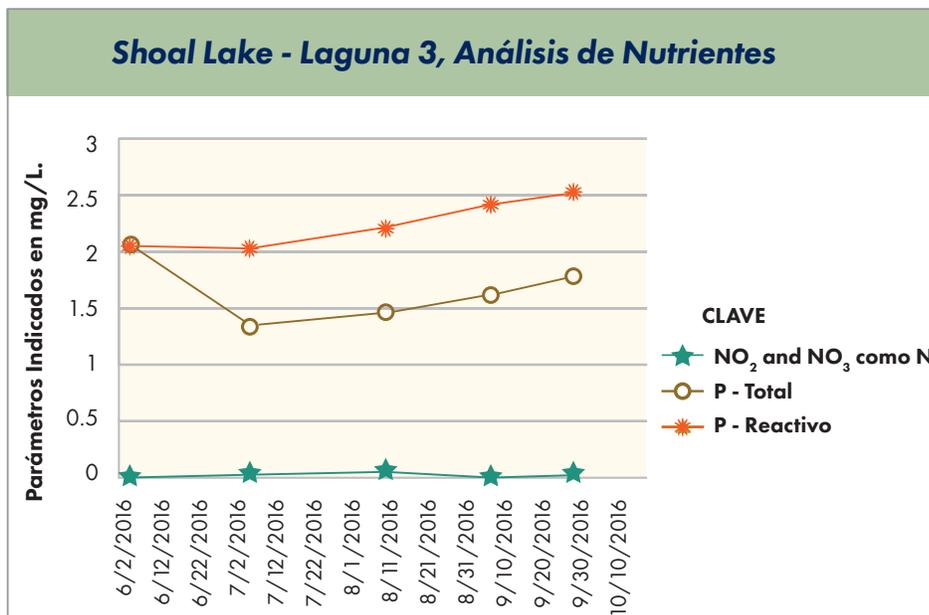
## LAGUNA 3

Los parámetros primarios de descarga se redujeron en la Laguna #3, con la excepción del TSS. Todos los parámetros permitidos de descarga se redujeron por debajo de los límites admisible de descarga para la mayoría de los cuerpos de agua. Nuestra experiencia nos ha demostrado que la mayoría de los lagos tienen niveles de referencia por debajo de lo que se observó aquí. Una vez más, hay un leve incremento en los valores de TSS debido a que las bacterias beneficiosas se multiplican mientras degradan los contaminantes orgánicos. A la larga, los niveles de equilibrio de los orgánicos se reducirán a un nivel donde las bacterias entrarán en respiración endógena y los niveles de TSS disminuirán.

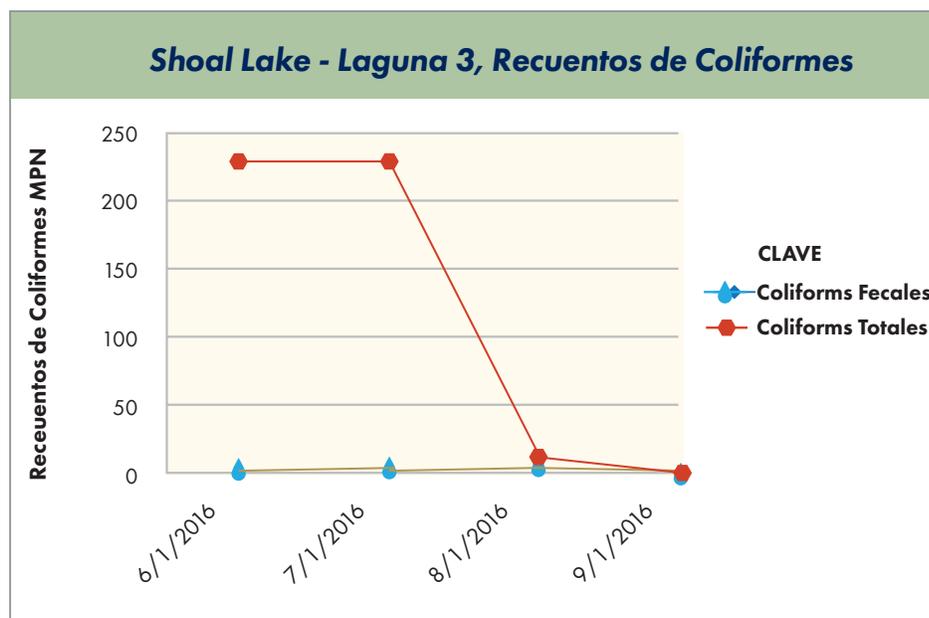
**Figura8:** Datos de rendimiento, Laguna #3 de Shoal Lake



No hubo resultados detectables para nitrito y nitrato en la Laguna #3. Los niveles de fósforo reactivo bajaron, pero incrementaron levemente, mientras que los niveles de fósforo total permanecieron mayormente sin cambios. Los niveles de coliformes fecales en la Laguna #3 fueron de 4 por 100 ml. La lectura de coliformes totales permaneció un tanto elevada, pero aún a niveles relativamente bajos para un cuerpo de agua natural y está dentro de los límites permitidos.



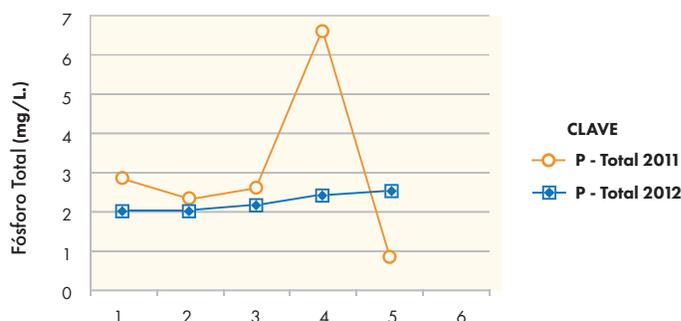
**Figura9:** El análisis de nutrientes de la Laguna #3 de Shoal Lake muestra niveles adecuados.



**Figura10:** Datos de coliformes de la Laguna #3 de Shoal Lake.

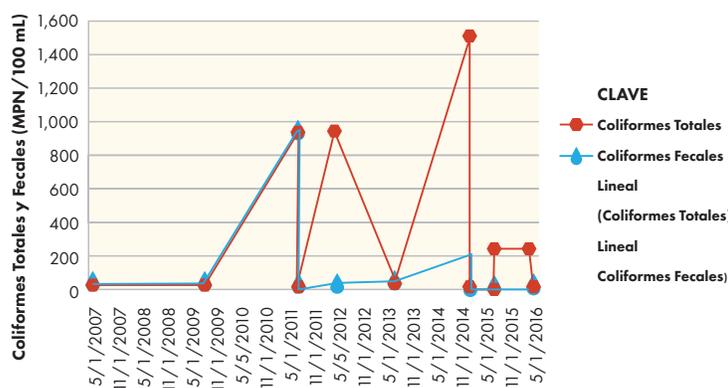
## HALLAZGOS TOTALES:

**Fósforo Total 2011 a 2012**



**Figura 11:** Lecturas de fósforo total comparadas para 2011 y 2012.

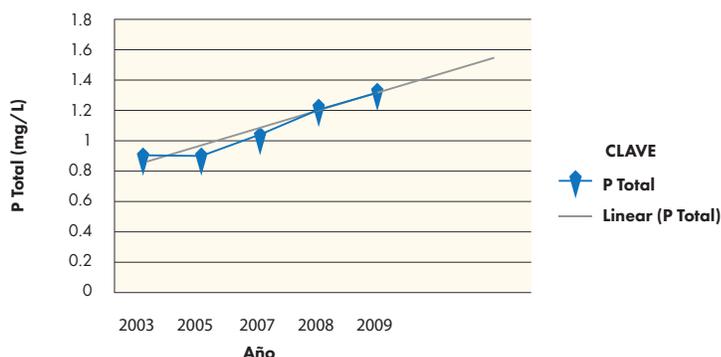
**Coliformes Totales y Fecales - 2003 to 2012**

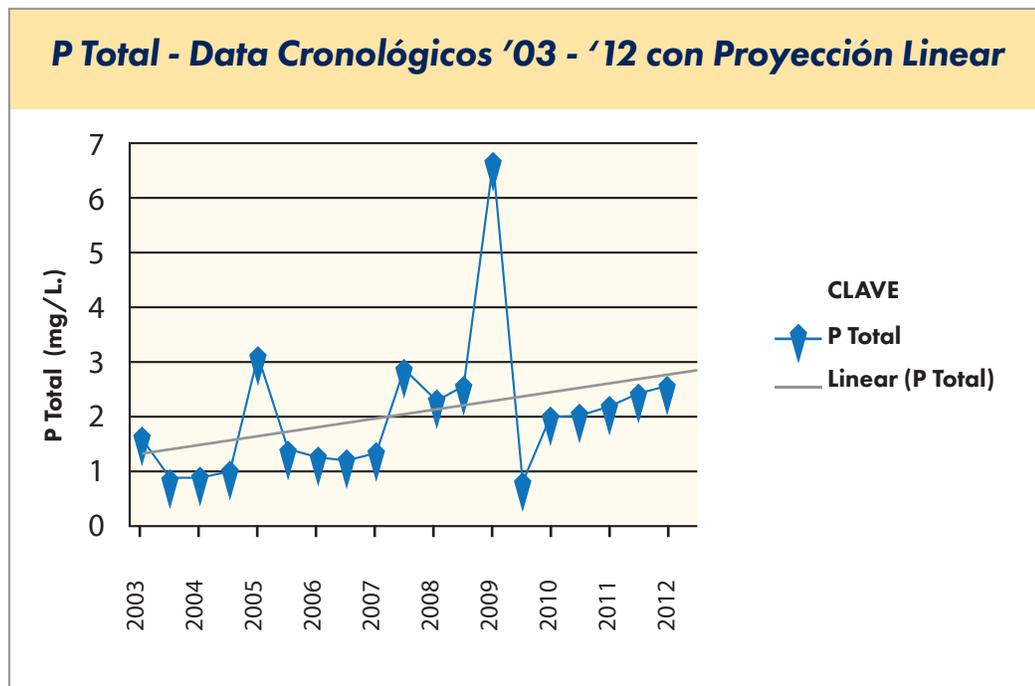


**Figura 12:** Recuentos de coliformes totales y fecales con proyección en tendencia lineal.

**Figura 13:** Lecturas históricas de fósforo total para el mes de septiembre del 2003 al 2009 con proyección en tendencia lineal.

**P Total - Datos de Septiembre con una Poryección en Tendencia Lineal**





**Figura 14:** Secuencia cronológica de todas las lecturas de fósforo total para la Laguna # del 2003 al 2012, con proyección en tendencia lineal.

### Conclusiones:

Mientras que las comparaciones con el rendimiento histórico fueron limitadas, se compararon ciertos parámetros con los datos de rendimiento del 2012 en relación con el 2011. Además, los datos del fósforo total y tendencias de coliformes totales fueron evaluados para todos los años donde había datos disponibles del 2003 al 2012. Se redujeron todos los parámetros significativos de descarga durante el período de monitoreo evaluado. Como cabría esperar, existe cierta variabilidad en los datos de mes a mes y Laguna a Laguna. No obstante, las tendencias generalizadas para DBO, amoníaco, TKN y aceites y grasas, nitrato-nitrito están bajas. Los valores de TSS aumentaron durante el período de monitoreo y, tal como se mencionó anteriormente, es normal debido al incremento de la actividad biológica y crecimiento de las bacterias en relación al volumen de material orgánico.

Aunque se observaron valores de fosfato total un tanto elevados, los valores históricos para el fosfato total demuestran que siempre ha habido una tendencia creciente desde el 2003, posiblemente debido a la acumulación de sólidos de fondo y liberación de fósforo a medida que se descomponen los sólidos. Durante la prueba experimental, los niveles de fosfato estuvieron estables y no exhibieron las fluctuaciones que se observan en los datos históricos.

En los datos históricos presentados, en ningún momento se excedieron los límites de descarga de coliformes totales y fecales, pese a que hubo fluctuaciones marcadas en las lecturas. En comparación con los valores históricos, los datos de coliformes durante el período de la prueba experimental fueron mucho más estables y dentro de un rango sustancialmente menor a los requerimientos de descarga.

Aunque solo se emitieron observaciones cualitativas subjetivas en cuanto al mal olor, cuyo control está regulado, el consenso general fue que se habían reducido los malos olores y no se reportaron quejas por el mal olor.

### Recomendaciones:

Los resultados analíticos registrados durante la prueba experimental de bioaumentación indican que se observó una mejor eficiencia y estabilidad del sistema y nosotros proponemos continuar con el programa el 2013. Esto brindará más datos con respecto a las mejoras en la eficiencia y estabilidad.

Según las observaciones en otros sistemas de lagunas, en el futuro será de utilidad monitorear los niveles de sólidos de fondo para determinar qué nivel de descomposición de sólidos alcanza nuestra tecnología. Se estima que las tres lagunas tenían dos pies de lodo residual. El tomar en cuenta el impacto que la degradación de sólidos orgánicos tiene en los parámetros monitoreados del agua, tales como DBO, DQO, amoníaco, nitratos y fosfatos, ayudará a obtener una mejor idea del impacto de la bioaumentación del tratamiento.

Los datos de lodo también ofrecen una justificación más económica del programa ya que en varios casos de bioaumentación con tecnología MICROBE-LIFT® les ha ahorrado a las municipalidades cientos de miles de dólares en costos de dragado debido a la biodegradación de esto sólidos y la reducción en la frecuencia del dragado, hasta prescindir de ella.

Para mayor información sobre la Tecnología MICROBE-LIFT®  
contactar **Ecological Laboratories, Inc.**  
[www.EcologicalLabs.com](http://www.EcologicalLabs.com)

CS13116