

**INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE TRATABILIDAD PARA
REMOCIÓN DE ARSÉNICO**

Nombre:	VESTPA S.A. DE C.V.
Dirección:	Av. Del Trabajo # 939 Col. Centro C.P. 36700 Salamanca Gto.
Atención.	Ing. Ricardo Macías.
Muestreado por:	Ustedes mismos
Fecha de recepción de la Muestra:	Junio 23 de 2016
Fecha de reporte:	Julio 08 de 2016
Identificación:	AGUA DE POZO

PLANTEAMIENTO GENERAL

Se realiza un estudio de tratabilidad para la remoción de arsénico en agua de pozo con fines de potabilización para el cumplimiento de la norma NOM-127-SSA1-1994, que especifica un límite de 0.025 mg/l, y más aún considerar el nuevo límite que propone el proyecto de norma 250 de la SSA el cual reduciría a 0.010 mg/l el límite para arsénico.

Se determinó realizar pruebas con tres métodos:

- a) Oxidación, coagulación-floculación
- b) Adsorbedor por carbón catalítico
- c) Adsorbedor por dióxido de titanio

Se descartó hacer la prueba con resina ArseneXnp por estar descontinuada. La muestra para el sustituto, FerriX A33E, tomará varias semanas en llegar y no se cuenta con ese tiempo para este proyecto.

Muestra de agua Cruda

Arsénico = 0.082 mg/l (dato proporcionado por el cliente)

pH = 8.17 UpH

PRUEBAS DE OXIDACIÓN Y COAGULACIÓN

El método de oxidación seguido por coagulación-floculación y filtración, es un método utilizado de forma común para la remoción de arsénico, sin embargo, su efectividad está determinada por la presencia de otros elementos en el agua como hierro y materia orgánica. En ocasiones para alcanzar la remoción deseada se consume mucho químico y se genera una cantidad de lodos importante.

Al no detectar la presencia de hierro en agua cruda, se utiliza un coagulante a base de hierro (cloruro férrico), seguido de floculación a base de polímero aniónico de alto peso molecular.

Como primera aproximación se realizaron las siguientes pruebas con los resultados notados:

Oxidación con Hipoclorito de Calcio

Se agregaron 3 ppm de hipoclorito de calcio con mezcla rápida (180 rpm), por 1 minuto para oxidar el arsenito a arseniato.

Coagulación

Como coagulante se utilizó Cloruro Férrico, se hicieron pruebas con distintas concentraciones de cloruro férrico y polímero, siendo las siguientes las que mejores resultados arrojaron a simple vista.

- A) 25 mg de fierro por cada mg de arsénico
- B) 40 mg de fierro por cada mg de arsénico

Para la prueba A se utilizaron 2.05 mg de fierro que equivalen a 6.15 mg/l de Cloruro férrico

Para la prueba B se utilizaron 3.28 mg de fierro que equivalen a 9.84 mg/l de Cloruro Férrico

En ambas pruebas se utilizó mezcla rápida (180rpm) por 1 minuto y 5 minutos de mezcla lenta (40 rpm).

Pruebas de jarra iniciales

No. De Prueba	Hipoclorito de Calcio (ppm)	Cloruro Férrico (ppm)	Polímero aniónico de alto peso molecular	Indice de floculación de Willcomb
1	3.0	6.15		Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
2	3.0	9.84		Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
3	3.0	6.15	1.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
4	3.0	9.84	1.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
5	3.0	6.15	2.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
6	3.0	9.84	2.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
7	3.0	6.15	3.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible
8	3.0	9.84	3.0	Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible

Puesto que no se observaron mejores resultados en las pruebas con polímero, se filtraron las pruebas 1 y 2 con papel de 8 micras y se enviaron a analizar

Resultados:

Prueba 1

(Identificada como prueba 1 en el reporte oficial del laboratorio externo)

Arsénico.- 0.0760 mg/l

Prueba 2

(Identificada como prueba 2 en el reporte oficial del laboratorio externo)

Arsénico.- 0.0800 mg/l



En base a los resultados anteriores se concluyó que el método de precipitación por cloruro férrico no tuvo eficacia alguna. Por lo que se procedió a cambiar de método, utilizando ahora Policloruro de aluminio modificado.

Pruebas de jarra con policloruro de aluminio modificado

Procedimiento.-

Se agregó 3 ppm de hipoclorito de calcio para llevar a cabo la oxidación del arsénico en menos de 60 segundos con agitación rápida (180 rpm) por un tiempo de 1 minuto.

Se agregó Policloruro de aluminio a varias muestras oxidadas, a razón de 10, 20, 25 y 30 ppm, siendo ésta última la que mejores resultados presentó en la formación del flóculo.

No. De Prueba	Hipoclorito de Calcio (ppm)	Policloruro de Aluminio modificado EPS 480 (ppm)	IFW*	Índice de Floculación de Willcomb
9	3.0	30	4	Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta)

***INDICE DE FLOCULACIÓN DE WILLCOMB**

El agua resultante de esta prueba se filtró por 8 micras y se envió a analizar

Resultado:

(Prueba 5 en el reporte oficial de laboratorio externo)

Arsénico.- 0.042 mg/l

Como se pudo observar se logró una remoción del orden del 50% la cual no es suficiente para entrar en normas.

Una primera conclusión que podemos emitir a partir de estos resultados es que es posible la remoción del arsénico de esta agua a partir de método de coagulación floculación, sin embargo, se prevé un costo operativo alto al requerir productos más especializados y en cantidad considerable.

Por cuestiones de tiempos, y por las proyecciones de alto costo operativo decidimos no continuar evaluando este método. Sin embargo, si ustedes lo solicitan podemos continuar con las pruebas de jarra evaluando otros productos, concentraciones y tiempos.

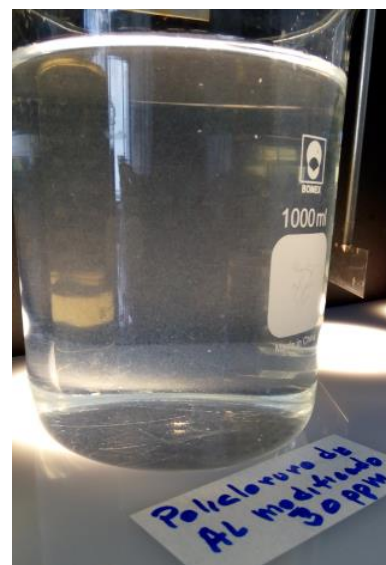


Tabla del Indice de Floculación de Wlcomb

Número de Indice	Descripción
0	Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación
2	Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado
4	Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta)
6	Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud
8	Bueno. Floc que se deposita fácilmente pero no completamente
10	Excelente. Floc que se deposita todo dejando el agua cristalina

PRUEBAS CON COLUMNA DE CARBÓN CATALÍTICO

Esta prueba busca evaluar la eficacia de la remoción de arsénico por adsorción usando carbón catalítico WATCH WATER.

En base a experiencias previas, información del fabricante y a la premura del proyecto se decidió evaluar con las condiciones más probables de éxito: flujo de 10 BV/h (TCCV = 6 min), y ajuste a pH entre 6.8 y 7.0.

- Se preparó una muestra nueva de 400 ml de carbón catalítico, se lavó y se enjuagó con un gramo de OXYDES-P al 1% como lo requiere la literatura del fabricante.
- Se enjuagó con 5 litros de agua osmótica.
- Se ajustó el pH de la muestra cruda de 8.17 a 6.91 con solución de ácido clorhídrico al 1 %
- Se filtraron 2 litros de esta agua por la columna de carbón catalítico, a razón de 67 ml x minuto, logrando un tiempo de contacto de cama vacía (TCCV o EBTC) de 6 minutos.
- Los últimos 500 ml se recolectaron para la determinación de Arsénico.

Resultado:

(Prueba 3 en el reporte oficial del laboratorio)

Arsénico.- 0.0029 mg/l

En base a los resultados podemos concluir que el carbón catalítico funciona perfectamente para los fines que se persiguen.

Será necesario el ajuste de pH, aunque es muy probable que se pueda incrementar un poco el flujo, tal vez reducir un poco el TCCV a 4 minutos, con el que se podría obtener un resultado dentro de norma, aunque claro, las condiciones prácticas pudieran variar de los resultados obtenidos en laboratorio.

No recomendamos que se busque tratar de trabajar sin ajustar pH ya que, en experiencias anteriores, el porcentaje de remoción baja considerablemente fuera del rango recomendado.



Esto principalmente por la interferencia de sílice, que puede tender a competir por los espacios de adsorción.

PRUEBAS CON COLUMNA DE TITANSORB

Esta prueba busca evaluar la eficacia de la remoción de arsénico por adsorción usando dióxido de titanio con marca comercial TITANSORB de WATCH WATER.

En base a experiencias previas, información del fabricante y a la premura del proyecto se decidió evaluar con las condiciones más probables de éxito: Tiempo de contacto de cama vacía de 4 min, y ajuste a pH entre 6.8 y 7.0.

- Se preparó una muestra nueva de 400 ml de TITANSORB, se lavó para eliminar finos y se enjuagó con 5 litros de agua osmótica.
- Se ajustó el pH de la muestra cruda de 8.17 a 6.90 con solución de ácido clorhídrico al 1 %.
- Se filtraron 2 litros de la muestra por una columna con 400 ml de TITAN SORB, a razón de 100 ml x minuto, con un tiempo de contacto de 4 minutos.
- Los últimos 500 ml se recolectaron para la determinación de Arsénico.

Resultado:

(Prueba 4 en el reporte oficial de laboratorio)

Arsénico.- < 0.0020 mg/l

Los resultados obtenidos fueron muy similares a los obtenidos con el carbón catalítico, por lo que las conclusiones son muy similares.

Podemos concluir que el TITANSORB funciona perfectamente para los fines que se persiguen.

Será necesario el ajuste de pH, aunque es muy probable que se pueda incrementar un poco el flujo, tal vez reducir un poco el TCCV a 3 minutos, con el que se podría obtener un resultado dentro de norma, aunque claro, las condiciones prácticas pudieran variar de los resultados obtenidos en laboratorio.



No recomendamos que se busque tratar de trabajar sin ajustar pH ya que, en experiencias anteriores, el porcentaje de remoción baja considerablemente fuera del rango recomendado

Responsable



L.Q. Rebeca Isabel Sánchez Macedo