

# Controles especiales de agua potable de una refinería

*Trabajo presentado en las Jornadas sobre: "Servicios Auxiliares: Su Operación, Características y Mantenimiento", organizadas por el IAP y realizadas en el Centro Argentino de Ingenieros, entre el 29 y 30 de noviembre y 1º de diciembre de 1989.*

## Parte 1: Determinación del contenido y control de Trihalometanos en agua potable.

Autores: E. R. Vilches - I.C. Coduri  
Departamento Tecnología  
Refinería Shell C.A.P.S.A.

## Parte 2: Determinación del contenido de Al en agua potable

Autores: E.R.Vilches -  
A. Goldfeder  
Departamento Tecnología  
Refinería Shell C.A.P.S.A.

## INTRODUCCION

La Refinería Shell Dock Sud, Pcia. de Buenos Aires, abastece el 100% del agua potable que consumen sus empleados, el comedor de Refinería, familias que residen permanentemente y para los artefactos de seguridad de operadores instalados en planta (lavajojos, duchas, piletas, etc.)

A los controles de calidad efectuados normalmente se le agrega una investigación llevada a cabo para determinar el contenido de trihalometanos y de aluminio en el agua potable bajo diferentes condiciones operativas y cuyos resultados se indican a continuación.

Los análisis de ambos contaminantes fueron realizados por los laboratorios de Obras Sanitarias de la Nación cuya colaboración se agradece.

## PARTE I: DETERMINACION DEL CONTENIDO Y CONTROL DE TRIHALOMETANOS EN EL AGUA POTABLE

Los trihalometanos (THMs) son subproductos que se forman por reacción entre los halógenos y la materia orgánica presente en el agua. Los estudios con animales han determinado que algunos de ellos son cancerígenos.

Los resultados obtenidos y las recomendaciones resultantes para asegurar un contenido de THMs inferior a 0,1 mg/l, después de 40 hs. de residencia en el tanque de almacenaje, son las siguientes:

- 1) Mantener una dosis de precloración adecuada para satisfacer la demanda de cloro, especialmente en verano, y eventualmente, efectuarla después de la cámara de floculación antes de los filtros rápidos;
- 2) Dosis de poscloración que asegure un contenido de cloro libre de 0,20 - 0,30 mg/l en la punta de línea;
- 3) Una experiencia aumentando la concentración del coagulante, sulfato de aluminio, tendiente a reducir el contenido de

materia orgánica no mostró ninguna ventaja.

## 1. Discusión

### 1.1. Producción de agua potable

El agua del Río de la Plata se coagula/flocula en dos plantas convencionales y una de tipo Acclator. El caudal de diseño de cada una de ellas es de 150 m<sup>3</sup>/h. Luego de la filtración en filtros de arena, la mayor parte del caudal se destina a la producción de vapor previa desmineralización. El resto, se filtra a través de carbón activado, se almacena en tanques y se distribuye a los consumidores: empleados, comedor de Refinería, y familias residentes.

Para evitar la proliferación de algas y contribuir a la oxidación de la materia orgánica presente en el agua se practica la precloración usando solución de hipoclorito de sodio. Para asegurar la desinfección del agua potable se efectúa la precloración manteniendo un residual de cloro libre de 0,2 - 0,3 mg/l durante 2 horas en la punta de línea. El tiempo de residencia del agua potable en los tanques de almacenaje es del orden de 10 hs. pudiendo llegar a 40 hs. durante los fines de semana. Ver esquema en Fig. 1

### 1.2. Trihalometanos (THMs) - Formación - Propiedades

Bajo la denominación de THMs se incluyen varios compuestos: cloroformo (CHCl<sub>3</sub>), bromoformo (CHBr<sub>3</sub>), bromodiclorometano (CHBrCl<sub>2</sub>), dibromodichlorometano (CHBr<sub>2</sub>Cl), y diclorodiodometano (CHCl<sub>2</sub>I), principalmente.

## Apéndice I

### CALIDAD DEL AGUA DEL RIO DE LA PLATA

|                   | Unidad                 | Invierno  | Verano  |
|-------------------|------------------------|-----------|---------|
| Turbidez          | NTU                    | 5-55      | 33-74   |
| Demanda de cloro  | mg/l                   | 0,75-0,85 | 1,2-1,8 |
| Materia orgánica  | mg/l O <sub>2</sub>    | 0,8-3,0   | 4-7     |
| pH                | pH                     | 7-7,5     | 7,1-7,4 |
| Dureza            | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 46-50     | 54-82   |
| m - Alcalinidad   | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 61-81     | 50-62   |
| Cl -              | mg/l                   | 35-50     | 41-71   |
| SO <sub>4</sub> = | mg/l                   | 35-50     | 50-68   |
| Si O <sub>2</sub> | mg/l                   | 10-18     | 10-18   |
| Temperatura       | °C                     | 13-18     | 18-29   |

## Apéndice II

### LEGISLACION SOBRE THMs

|                                               | mg/l  |
|-----------------------------------------------|-------|
| USA (obligatorio)                             | 0,10  |
| Canadá (Conoc. max. aceptable)                | 0,35  |
| C E E (Conoc. max. admisible. No obligatoria) | 0,001 |
| O M S (Sólo cloroformo. Valor Guía)           | 0,03  |

## Apéndice III

### METODOS DE ANALISIS

|                  |                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------|
| Turbidez         | APHA 214A                                          |
| Demanda de cloro | APHA                                               |
| Materia orgánica | APHA (KMnO <sub>4</sub> )                          |
| pH               | ASTM D1293                                         |
| Dureza           | ASTM D1126                                         |
| m - Alcalinidad  | ASTM D1067                                         |
| Cloruros         | ASTM D512                                          |
| Sulfatos         | ASTM D516                                          |
| Sílice           | ASTM D859                                          |
| Cloro Libre      | SMS                                                |
| THMs             | Efectuado por OSN de acuerdo al método de la USEPA |

## PREPARACION DE AGUA POTABLE



Los THMs son subproductos que se forman durante la desinfección por reacción entre los halógenos y la materia orgánica (precursores) presente en el agua (ácidos fúlvicos y húmicos, sustancias resultantes de la degradación de plantas, pigmentos, etc). La formación de THMs depende principalmente de la materia orgánica presente, concentración de halógenos, tiempo de contacto, pH y temperatura del agua y dosis de coagulante. En cuanto a las propiedades, los estudios efectuados con animales demuestran que son cancerígenos, especialmente el cloroformo. También los investigadores reportan la actividad mutagénica de dichos compuestos. El apéndice 2 presenta las especificaciones vigentes en USA, Canadá, Comunidad Europea (EEC) y la propuesta por la Organización Mundial de la Salud (WHO).

### 1.3. Descripción de la experiencia en planta

**1.3.1.** El Apéndice 1 incluye valores típicos de calidad del agua del Río de la Plata durante el invierno y verano, medidos durante la realización de la experiencia.

Se aprecia el aumento significativo, durante el verano, de la demanda de cloro, contenido de materia orgánica, turbidez, y, obviamente, de la temperatura.

#### 1.3.2. Coagulante usado y dosis

El agente de coagulación empleado es el sulfato de aluminio.

La dosis requerida normalmente es de 120 - 130 ppm de solución al 8%.

La experiencia recogida en la literatura indica que el aumento en la dosis de coagulante, al ayudar a eliminar la materia orgánica, contribuye a disminuir el contenido de THMs.

Una experiencia en planta aumentando la concentración de sulfato de aluminio de 126 ppm a 200 ppm no demostró ninguna mejora en el contenido de dichas sustancias en el agua clarificada.

#### 1.3.3. Pre - y pos - cloración

Las figuras 2 y 3 muestran la influencia de la pre-cloración sobre la formación de THMs en pruebas realizadas en invierno y en verano, respectivamente. El contenido de THMs corresponde al agua potable. El contenido

de materia orgánica del agua del Río de la Plata estuvo dentro del rango típico para cada estación.

Las pruebas se realizaron simultáneamente en las dos plantas convencionales, a un caudal de alimentación de 140 m³/h en cada una de ellas.

También se efectuaron pruebas efectuando la precloración antes de los filtros rápido de arena después de las piletas clarificadoras. En estos casos se agregó la cantidad necesaria de hipoclorito de sodio como para satisfacer la demanda de cloro.

Se observa una fuerte reducción en el contenido de THMs al bajar la cantidad de cloro agregado. Se observa una menor concentración en invierno (menor contenido de materia orgánica en el agua de río). La concentración de cloro en la precloración se mantuvo constante tratando de mantener un residual de cloro libre de 0,2-0,3 mg/l.

En todos los casos la concentración de contaminantes se mantuvo muy por debajo de la especificación actual de la USEPA (United States Environmental Protection Agency) con valores máximos de 5 µg/l, después de 40 hs.

La figura 4 presenta la influencia de la poscloración. Las experiencias realizadas con concentraciones de cloro libre residual creciente en la punta de línea, con un tiempo de contacto de alrededor de 2 horas, indican un aumento del contenido de THM en agua potable. También se aprecia la influencia del contenido de materia orgánica para las pruebas efectuadas durante el verano.

El apéndice 3 incluye los métodos de análisis usados para cada parámetro controlado.

## PARTE II DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ALUMINIO EN AGUA POTABLE

### 1. Introducción

Los contenidos del ion  $Al^{+3}$  encontrados en el agua potable se encuentran por debajo del límite establecido como valor guía (por la comunidad Europea para el consumo humano: 50  $\mu g/l$ . (0,050 mg/l).

Este resultado es esperable ya que a los valores de pH en que se clarifica el agua el aluminio debe precipitar casi totalmente como hidróxido y ser en consecuencia, eliminado por purgas y retenido por los filtros.

### 2. Discusión

#### 2.1. Legislación actual

La toxicidad del aluminio se sospecha desde hace unos 15 años. Actualmente se asocia dicho elemento con la enfermedad de Alzheimer (demencia senil prematura), descalcificación de huesos, muerte de células hepáticas, anemia y daños cardíacos. La

Comunidad Europea ha establecido un nivel guía de contenido de Al en el agua potable de 50  $\mu g/l$  y una concentración máxima permisible de 200  $\mu g/l$ . La USEPA (United States Environmental Protection Agency) ha establecido un nivel guía de 50  $\mu g/l$  en 1985.

#### 2.2. Pruebas efectuadas en planta

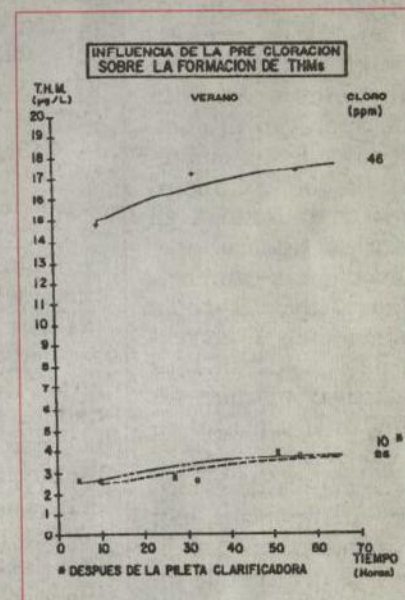
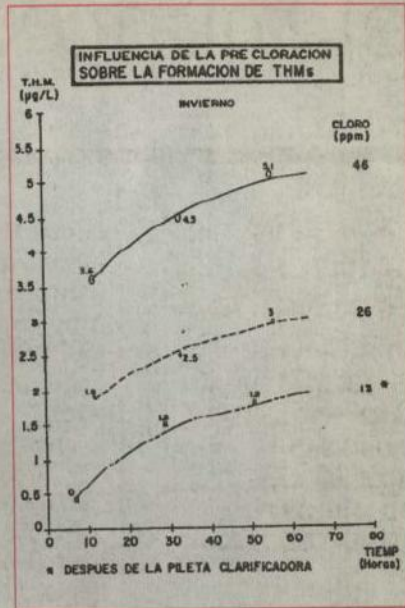
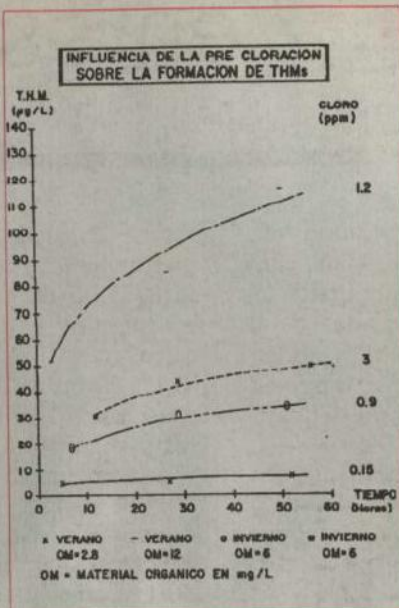
##### 2.2.1. Influencia del coagulante

El sulfato de aluminio se inyecta como agente de coagulación/floculación como solución al 8% en  $Al_2O_3$ .

De acuerdo a experiencias previas en planta se conoce que se obtiene una calidad óptima de agua clarificada cuando se dosifica el sulfato de aluminio en concentraciones de 120 ó 180-200 ppm.

Consecuentemente se efectuaron pruebas a dichas concentraciones para determinar su influencia en el contenido de  $Al^{+3}$  en el agua potable.

Los resultados indicaron, en todos los casos, concentraciones menores de 50  $\mu g/l$ .



#### 2.2.2. Influencia del agotamiento de los filtros

La prueba incluyó muestras de agua potable en diferentes etapas del agotamiento de los filtros rápidos, es decir, limpios, a media carrera y agotados.

En todos los casos las concentraciones de  $Al^{+3}$  en agua potable estuvieron por debajo de los valores aconsejados.