



Eliminación de incrustaciones de fe y mn en tuberías de abastecimiento de aguas de consumo humano. Grupo tar, Universidad de Sevilla.

Cuando el agua tiene valores altos de hierro y manganeso, modifican su aspecto y le comunican un color turbio y un sabor metálico. La deposición de estos metales provoca la formación de manchas en las instalaciones de fontanería y en la ropa lavada, con el consiguiente rechazo de los consumidores.

Además, la existencia de hierro y manganeso puede dar lugar a problemas en el sistema de distribución de agua, debido al desarrollo de microorganismos como los géneros *Clonothrix* y *Crenothrix*.

Estos microorganismos pueden atascar las tuberías de distribución, además de dar mal olor y sabor al agua, y son una amenaza para la salud de los ciudadanos.

Frecuentemente, las deposiciones de los precipitados de hierro y manganeso pasan de nuevo al estado de suspensión al aumentar los caudales, con la consiguiente formación de turbiedades muy acusadas.

El trabajo se realizará en dos fases, de ser positivos los resultados de la primera.

1ª FASE

- **VISITA TÉCNICA**
 - Ensayo en el laboratorio
 - Prueba real en campo de la mejor solución encontrada
- **CONSULTORÍA TÉCNICA**
 - Estudio del sistema de abastecimiento para evaluar el origen de los depósitos en tuberías
 - Toma de muestras y análisis de sólidos incrustados en tuberías y depósitos de almacenamiento de agua potable

2ª FASE

Se realizará la limpieza de la red de tuberías

- **PROYECTOS EJECUTADOS** por el grupo Tar:

Se ha realizado la limpieza del sistema de abastecimiento de aguas de los municipios siguientes:

Cantillana, Sevilla. Arteria principal, y depósitos generales.

Brenes, Sevilla, se limpio la tubería principal.

Valencia del Ventoso, Badajoz, se limpiaron todas las tuberías de abastecimientos, los depósitos, la conexión con el pantano, se diseño la toma superficial de agua del mismo, y se optimizo la potabilizadora existente.

Nerva, Huelva. Se hizo el estudio técnico sin llevar a cabo la limpieza.
Tegucigalpa, Honduras. Se hizo propuesta técnica.
PROPUESTA DE ACTUACIONES TECNICAS:



Foto 1



Foto 2

Foto 1: Agua “potable” suministrada por el servicio de aguas de Cantillana (Sevilla. España)

Foto 2: Depósito de agua potable de Cantillana.

Optimización del tratamiento:

- Elección de Reactivo/os
- Dosis mínima. Tiempo de retención hidráulica en tubería
- Número óptimo de ciclos de ataque/lavado

Ensayo en laboratorio del comportamiento del sistema frente a diferentes ataques químicos:



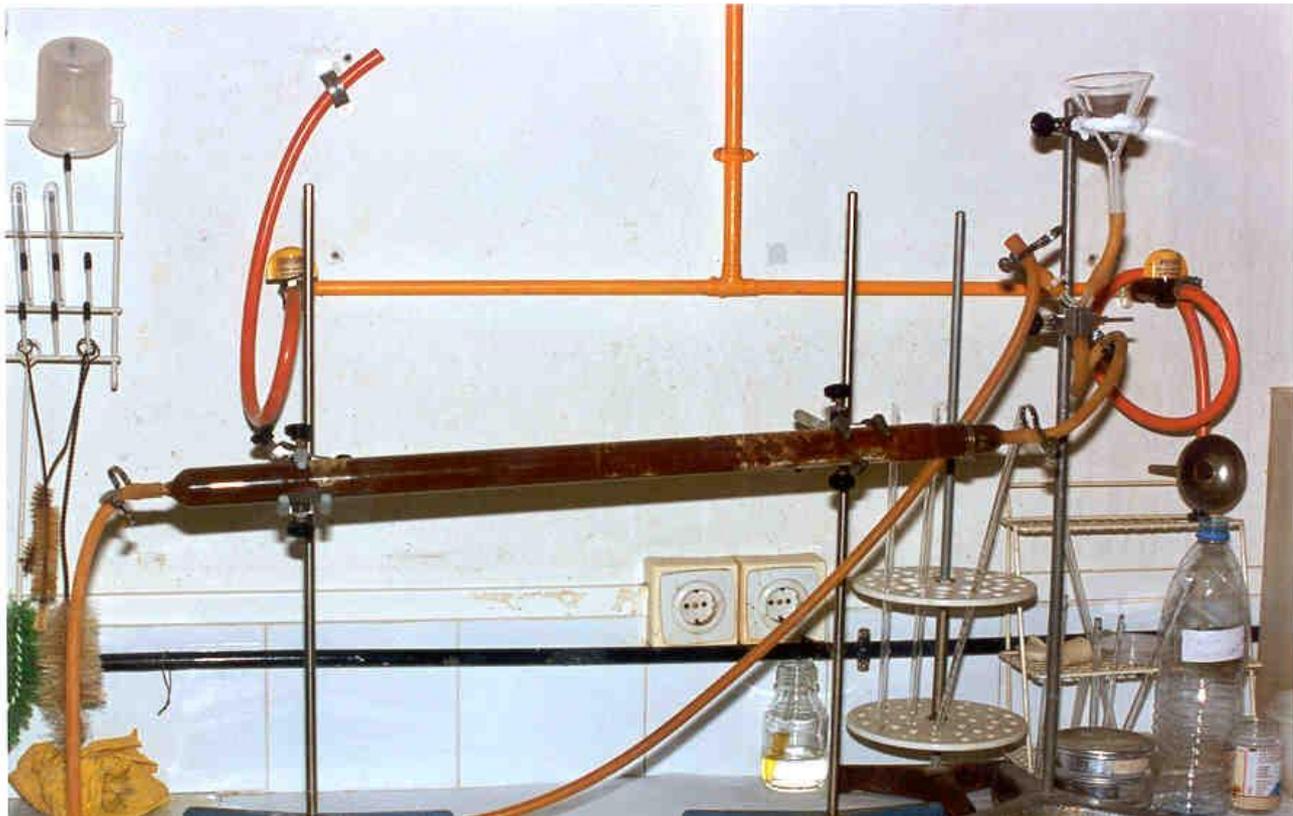
Pruebas estáticas:



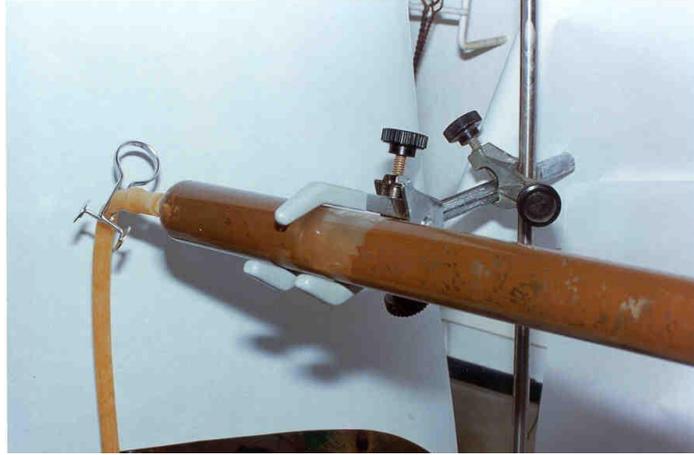
Una vez evaluado el comportamiento de diferentes reactivos, se escogió el agua oxigenada, en disoluciones cada vez mayores para optimizar tratamientos y costes.

Determinación de tiempos de retención en tubería, dosis mínimas, y número de lavados:

- Se lleva a cabo un montaje de un ensayo a escala piloto en las instalaciones del Grupo TAR.
- Para ello, se tomó un tubo de vidrio untado con fango procedente de las tuberías de abastecimiento de la población a proyecto y se conectó a una toma de agua



- La dilución escogida fue de 1:50 del agua oxigenada comercial.
- El tiempo de retención óptimo era de 1 h y 30 minutos. Tras dicho periodo de retención se observó un desprendimiento de los fangos adheridos a las paredes.
- Fueron necesarias tres limpiezas. En las dos primeras se obtuvo como resultado un agua con gran cantidad de sólidos en suspensión; en la tercera limpieza, el agua salió prácticamente limpia.
- En cada limpieza, se llevaron a cabo posteriores enjuagues con agua limpia, observándose que era necesario llenar la tubería tres veces con agua limpia. Primera limpieza. Se observa burbujeo y desprendimiento de fango
- Segunda limpieza. Se observa burbujeo y gran desprendimiento de sólidos en suspensión



- Tercera limpieza. Se ha producido prácticamente el desprendimiento de toda la capa de fangos



- Muestras del agua obtenida en cada una de las limpiezas



Ensayo de sobrepresión en tubería:



Ensayo real en tubería de 5 m:

- Trabajo de campo en tuberías reales ensambladas 5 o 6 m para el reajuste del tratamiento real



- Estado de la tubería antes del ataque



SOLUCIÓN TÉCNICA ADOPTADA:

- Para realizar la limpieza de toda la red de abastecimiento, se dispone de los depósitos de agua potable disponibles que se encuentran a una cota más alta que el resto del pueblo, esto permite distribuir por gravedad sin necesidad de

disponer de ningún elemento de bombeo. En los puntos que no tengamos cota, lo haremos con camiones cisterna o similares.

- Los depósitos se llenan de agua corriente hasta la mitad de volumen, después se añade el agua oxigenada necesaria para conseguir la dilución óptima, y luego se llena hasta el volumen final de agua determinado en los ensayos previos, y cubicado para la instalación de tuberías a limpiar en cada caso.
- Posteriormente, se procede a llenar las tuberías, mediante la apertura y cierre de válvulas correspondientes, aplicando el tiempo de retención que estimado.
- Finalmente, se llevará a cabo el vaciado, abriendo los desagües, para así mezclar el agua con reactivo, con agua corriente, a efectos de provocar su dilución y minimizar el posible impacto derivado.

Resultados gráficos en la limpieza química:

Cantillana:



Primera Limpieza



Segunda limpieza



Tercera limpieza.

Se puede observar que los resultados son óptimos.

Valencia del Ventoso:



Salida del agua tras la 1ª limpieza



Salida del agua tras la segunda limpieza



Salida del agua tras la tercera limpieza

Consejos técnicos adicionales:

El agua oxigenada diluida da lugar a aumentos de presión en tubería, que deben evacuarse:

- Para el mejor llenado y drenaje, y como ventosa de gases, se aprovechara válvula instalada en el punto más alto del sistema de tuberías.

Ya que se utilizarán preferentemente los depósitos existentes, deberán limpiarse adecuadamente, para ello se hará un barrido manual de fondo con objeto de eliminar los sedimentos que en él pudieron quedar



Estado inicial del depósito



Estado final del depósito una vez realizada la limpieza

PROPUESTA GENERAL DE ACTUACION:

Dilucidación de las causas de aportes de sólidos a las tuberías y depósitos:

- Análisis y ensayo de laboratorio
- Verificación de los mecanismos propuestos en la abducción de agua del embalse o acuífero utilizado
- Mejora de procesos propuesta para evitar los citados aportes

PROYECTO FINAL

- La viabilidad técnica del proyecto final se evaluará después de conocer los resultados obtenidos en campo y laboratorio

Mas información en la Web www.grupotar.net

SITUACIÓN PREVIA:

Condiciones medioambientales del pueblo:

En Calidad del aire: Agresión continúa por partículas procedentes del entorno minero.

En Calidad del agua: Falta de tratamiento de las aguas residuales y alta presencia de aguas ácidas.

En Calidad de suelo: Falta de cubierta vegetal en todo el entorno, suelos con demasiado carga metálica para la adaptación de especies.

LÍNEA DE TRABAJO:

Estudio de los factores medioambientales de mayor riesgo, diferenciándolos cómo:

- ❖ Primarios: inciden directamente en el desarrollo de enfermedades infecciosas.
- ❖ Secundarios: No son causa directa, favorecen la propagación de infecciones, afectan a zonas del cuerpo estratégicas propiciando un entorno favorable a enfermedades.

HIPÓTESIS DE TRABAJO:

Los elementos estudiados como factores de riesgo importantes son:

Factores Primarios de Estudio:

HIERRO

MANGANESO

ANHÍDRIDO SULFUROSO

COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS

PRODUCTOS INDUSTRIALES

Factores Secundarios de Estudio:

Focos productores de los elementos anteriores, que podrían ser:

La fábrica de Colorantes

La explotación Minera de Río tinto

Vertedero de residuos Industriales

Las explotaciones agrícolas

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DEL AGUA:

INTRODUCCIÓN A LOS ELEMENTOS OBJETO DE ESTUDIO

Hierro:

Corrosión del equipamiento de tubería

Reduce el rendimiento de pozos (taponación de filtros y tuberías)

Aumenta las posibilidades de infestación por bacterias

Manganeso:

Aparición de manchas en el mobiliario doméstico

*Coloración del agua, ésta sale negra o rojiza
El sabor del agua suele ser amarga o metálica
Provoca corrosión de tuberías y depósitos de acero
Consumen el cloro usado para la desinfección*

Sulfuros:

*Formación de Sulfuro de hierro (pirita) que puede producir:
Efectos agudos en la ingestión
Contacto con la piel produce irritación
Contacto con los ojos causa irritación*

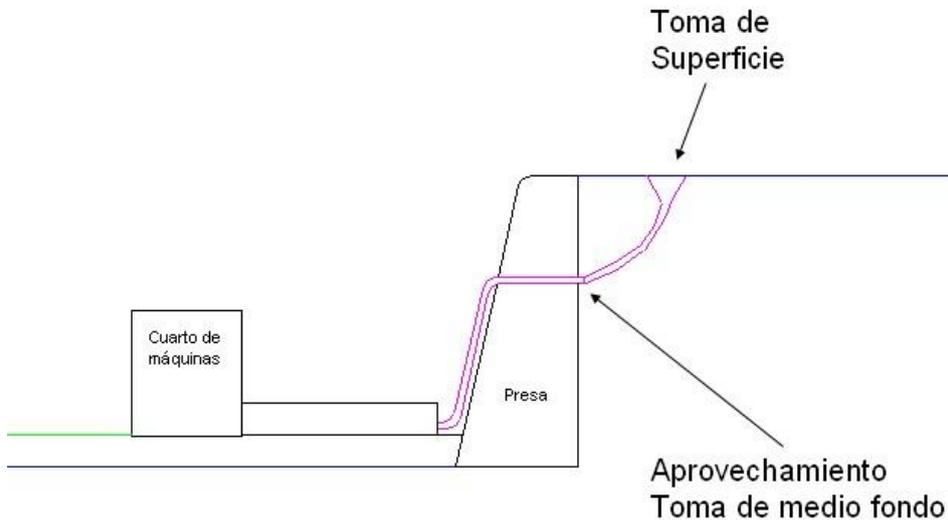
Proteínas:

Son utilizadas por las bacterias para procesar otras sustancias, como es el caso de la Neisseria Meningitidis, que hace uso de proteínas tipo transferrín, lactoferrín, ovoferrín, ... para la asimilación del hierro en el medio.

ESTUDIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS POTABLES DE NERVA:

- 1. Estudio del Embalse de captación de aguas. Reconocimiento de las instalaciones*
- 2. Toma de muestras. Ensayo Visual de la presencia de Fe y Mn*
- 3. Conclusión Final:*

Se realizó la propuesta de dotar al embalse de una toma de aguas en superficie, esto es general para todos los casos estudiados hasta el momento.

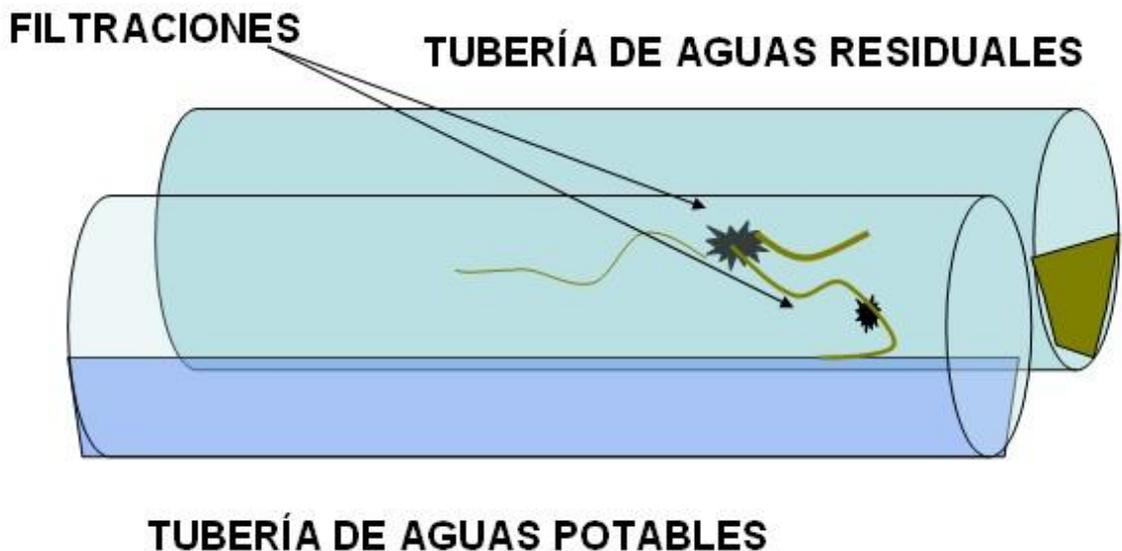


ESTUDIO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE NERVA

1. Estudio de la Red de Saneamiento y de los Puntos de Vertido
2. Estudio de corrosión de tuberías: Rotura de la losa de una de las obras de canalización de aguas ácidas y residuales del pueblo. Corrosión de las armaduras del hormigón
3. Estudio de distintos materiales de tuberías: PVC, PE, Fibrocemento
4. Agua Ácida procedente de arroyo natural $\text{pH} \approx 1,5$
5. Agua Ácida mezclada con residuales procedentes de la red de saneamiento. $\text{pH} \approx 2,5$

Tras 14 horas de exposición:

El agua ácida rompe las tuberías y está pasa al medio, dando lugar a filtraciones, pudiendo afectar a la red de agua potable



ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA

El objetivo de los ensayos cualitativos es detectar la presencia en exceso de los elementos anteriormente citados.

Los ensayos utilizados han sido métodos cualitativos, basados en cambios de colorimetría que detectan la presencia de cantidades anormales de Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Sulfuros (S²⁻) y un ensayo adicional de proteínas.

Estos elementos, en especial el Hierro, con la presencia de proteínas y con las condiciones apropiadas de humedad, pH y temperatura favorecen la proliferación de bacterias.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES

A NIVEL DE VIVIENDAS:

DEPÓSITOS: Clausurar, Mantener: Oscuridad, Limpieza Periódica, ClO₂- Periódico, Nunca dejar aparecer algas

Recomendaciones para el interior: Limpieza de grifería, desmontando y revisando el interior, Limpieza del inodoro y las zonas más escondidas del baño, Usar lejías en las limpiezas, para una buena desinfección, Verter periódicamente Lejía en la salida del colector de A.R.U.s

A NIVEL URBANO

CONDUCCIONES DE AGUA: *Instalación de una toma superficial en el pantano*

Limpieza de la red de tuberías, en especial el saneamiento, Cambio de tuberías de Ferro cemento, Revisión periódica de los colectores principales de saneamiento por el peligro de corrosión por aguas ácidas

A NIVEL DEL ENTORNO:

TRATAMIENTO DEL AGUA: *Plan de saneamiento integral del pueblo, instalación de E.D.A.R.*

Recomendaciones:

Consejería de Obras Públicas. Diputación de Huelva:

** Mejora del Abastecimiento de Agua Potable, toma de agua superficial, garantía de cantidad y calidad de agua en época estival.*

** Construcción de EDAR y red de colectores y saneamiento.*