

Respuestas Tecnológicas a la PROBLEMÁTICA del ARSÉNICO en el agua de bebida

AUTORES:

- Ing. Álvarez Jorge A.
- Ing. Domingo Esteban
- Ing. Goransky Ruben
- Arq. Rivero Silvia

**DIRECCIÓN DE PROMOCION Y PROTECCIÓN DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL**



RESPUESTAS TECNOLÓGICAS A LA PROBLEMÁTICA DEL ARSÉNICO EN EL AGUA DE BEBIDA

Elección de la respuesta tecnológica

La elección de un sistema de tratamiento estará en función de las características del agua a tratar, de ello dependerán los principios tecnológicos sobre los cuales basarse, los que podrán arrojar distintos resultados. En función de los mismos será el costo resultante de cada uno de ellos, Esto equivale a decir, que basándonos en estos principios es que se debe determinar las soluciones técnicas que sean económicamente más conveniente.-

Otro parámetro muy importante a tener en cuenta para aportar una solución a la provisión de agua libre de arsénico en aquellas zonas donde nos encontramos con tenores del mismo por encima de los valores fijados, es la población a servir, ya que los métodos varían de acuerdo con la cantidad de habitantes que se tiene y si la misma es agrupada o dispersa.-

La solución tecnológica dependerá cualitativa y cuantitativamente de la magnitud y características de la población a ser servida, en virtud de lo cual lo clasificaremos en:

A) EN NÚCLEOS POBLACIONALES

B) PARA POBLADORES DISPERSOS

Para las cuales algunas de las respuestas tecnológicas a ser consideradas varían considerablemente, algunas pueden adaptarse para ambos casos, dependiendo fundamentalmente de la escala de magnitud a tratar, mientras que otras son totalmente dispares.-

Dentro de estas respuestas tecnológicas podríamos mencionar:

1. PROVISIÓN DE AGUA DESDE FUENTES APTAS A TRAVES DE ACUEDUCTOS

2. COMPENSACIÓN DE CALIDADES MEDIANTE LA CAPTACIÓN DE AGUA DESDE DISTINTAS PROFUNDIDADES

3. TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA

A) EN NÚCLEOS POBLACIONALES

1. PROVISIÓN DE AGUA DESDE FUENTES APTAS A TRAVES DE ACUEDUCTOS

2. COMPENSACIÓN DE CALIDADES MEDIANTE LA CAPTACIÓN DE AGUA DESDE DISTINTAS PROFUNDIDADES

3. TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA

Alternativas tecnológicas:

3.1. *COAGULACIÓN, FLOCULACION, DECANTACION Y FILTRADO*

3.2. *OSMOSIS INVERSA*

3.1. INTERCAMBIO IONICO

Consideramos que la cantidad razonable de agua destinada a cada habitante de una localidad determinada, específicamente para ingesta y cocción de alimentos, es de 20 litros por habitante/día.-

A continuación pasamos a describir en forma pormenorizada lo enunciado precedentemente:

1. PROVISIÓN DE AGUA A TRAVÉS DE ACUEDUCTOS

Una de las soluciones al problema la constituyen la ejecución de obras de infraestructura como acueductos o canales, para conducir agua cruda desde fuentes de provisión apta, hasta las localidades que no cuenten con ellas.-

Al respecto cabe mencionar que la exObras Sanitarias de la Nación, tenía desarrollado todo un estudio y proyecto, destinado a satisfacer las necesidades de provisión de agua cruda a la región conocida como Llanura Chaco Pampeana, es decir la mas afectada con arsénico en agua, a través de los denominados “Grandes Acueductos”, los cuales alimentarían la mencionada zona con agua proveniente del río Paraná, obra de infraestructura que nunca fue llevada a cabo por el alto costo que la misma representaba.-

Esta solución hace muchos años que se viene considerando en nuestro país, como por ejemplo en la provincias de La Pampa, con el acueducto a la localidad de Chacharamendi, o el que se esta construyendo en este momento desde el Río Colorado para suministrar agua a varias localidades.

La provincia de Córdoba esta construyendo acueductos para llevar agua apta desde el Río Tercero para surtir a poblaciones ubicadas sobre la ruta nº 8 o el acueducto San Francisco La Francia,

En la provincia de Rio Negro por ejemplo tenemos el Canal La Pomona-San Antonio.-

En las provincias de San Luis y Chaco, se han efectuado obras como las descriptas, en menor escala, con acueductos de 300 a 500 mm de diámetro, los que han llevado seguridad respecto del agua de ingesta de gran cantidad de localidades.-

Al respecto, nos vemos en la necesidad de expresar que con este tipo de abastecimiento, a través de aguas provenientes de otros sitios, o más específicamente de otras cuencas, se tendrá que realizar en cada caso en particular, un estudio hídrico a fin de saber como impedir un impacto no deseado por ese trasvase de cuenca.-

Expresamos este concepto en virtud a que si se aporta agua de una cuenca a otra y no se procede a evacuarla, esta última se verá sobrecargada, lo que traerá aparejado como consecuencia lógica, dado que ya ha ocurrido en otros lugares, que las napas freáticas comiencen a elevarse y fluyan hacia la superficie.-

2. COMPENSACIÓN DE CALIDADES MEDIANTE LA CAPTACIÓN DE AGUA DESDE DISTINTAS PROFUNDIDADES

Debido al comportamiento variable de la presencia de arsénico en el agua subterránea, que depende de las profundidades, la época del año, la recarga del acuífero y de la explotación que se haga del mismo, en una misma zona se pueden encontrar pozos con tenores de arsénico variables, lo cual permitiría, dentro de un determinado esquema operativo, proveer de agua con tenores de arsénico aceptable a ciertas poblaciones.-

La viabilidad de esta alternativa requiere realizar los estudios hidrogeológicos necesarios a fin de poder arribar a soluciones satisfactorias.-

Lo mas usual en este caso es construir una baterías de pozos, realizando captaciones de agua de distintas profundidades, todos ellos gobernados a distancia, bien en forma manual o a través de un control lógico programable. que en función al rendimiento estudiado va regulando la explotación de cada uno de estos pozos.-

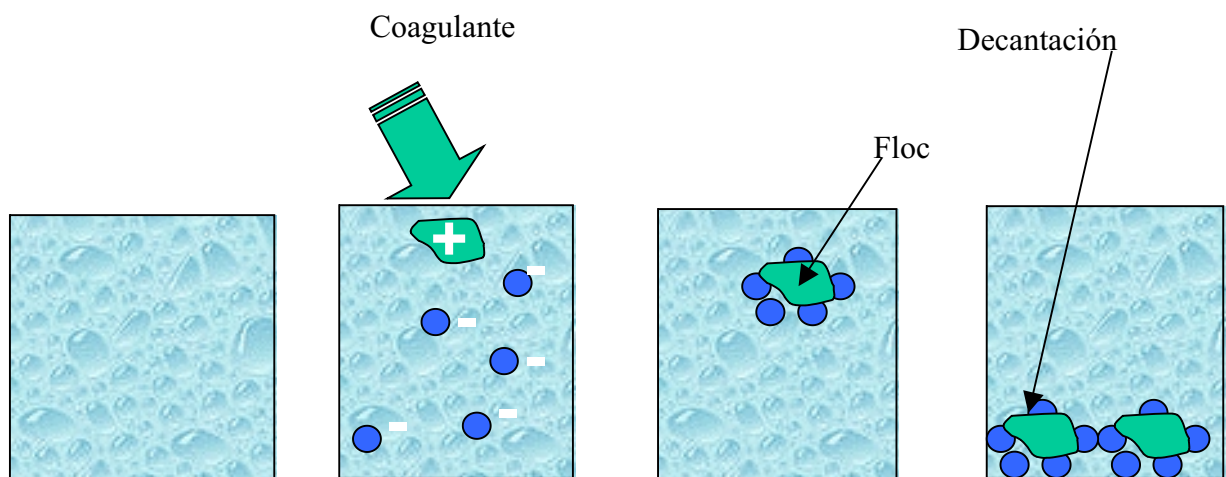
Podemos mencionar como ejemplo de una provisión de agua potable encuadrada dentro de estas características, al servicio existente en la ciudad de Gral Pico, Provincia de La Pampa, que cuenta con 48 pozos que trabajan en forma alternada para proveer de agua a una población aproximada de 50.0000 habitantes.-

3. TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA

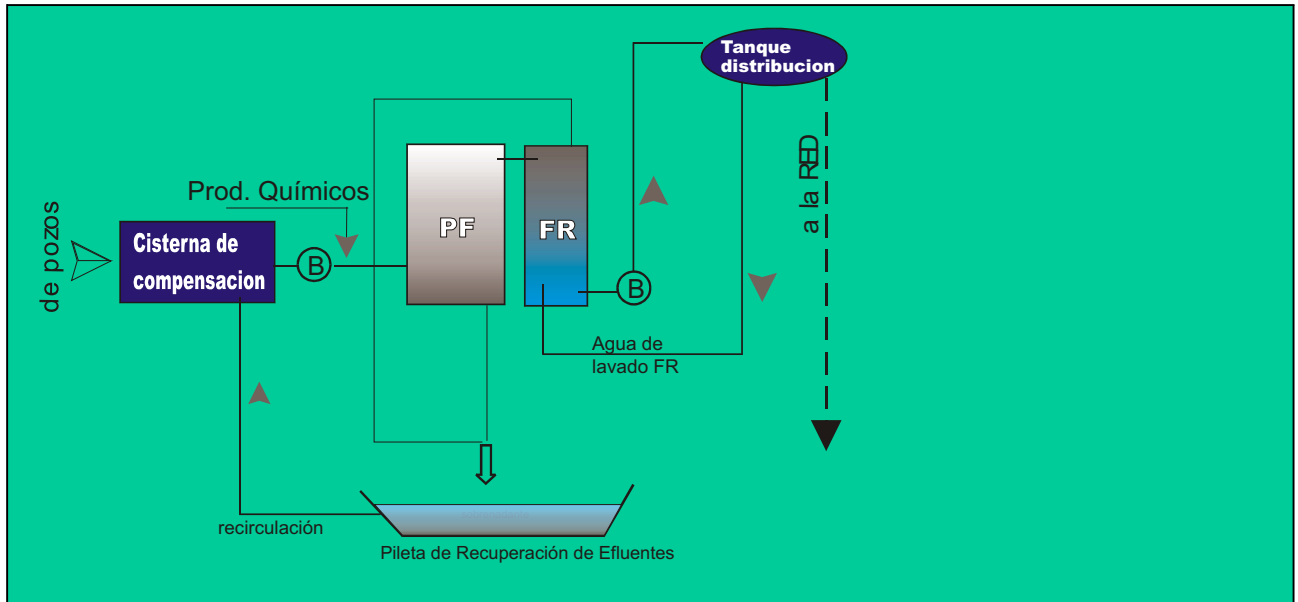
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.1.- COAGULACIÓN, FLOCULACION, DECANTACION Y FILTRADO

Para el empleo de este sistema de tratamiento se aprovecha la particularidad que tiene el arsénico de combinarse con el aluminio o el hierro y formar el floc, una vez producida esta floculación, el floc decanta y con una posterior prefiltración y filtración se puede eliminar el arsénico, obteniéndose agua apta para ser destinada a consumo humano.-



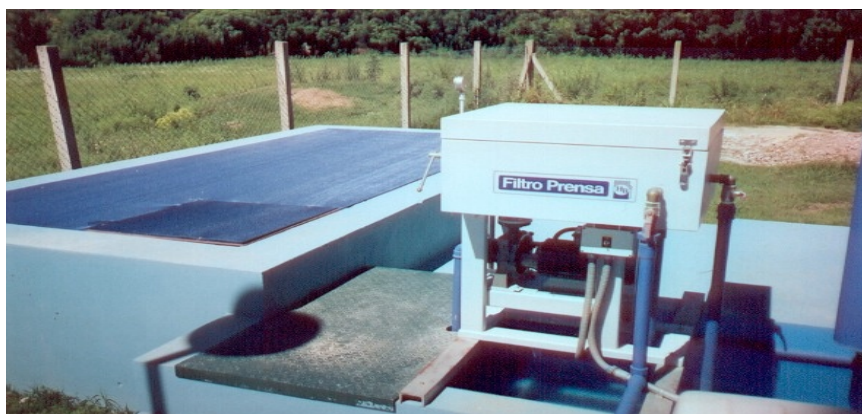
Basándose en este sistema de tratamiento, y como consecuencia de investigaciones llevadas a cabo por el Centro de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Rosario, surgió como resultado, que para tratar las aguas proveniente de la fuente con contenidos de arsénico, el abatimiento del mismo con Policloruro de Aluminio en plantas potabilizadoras modulares compactas. A este sistema de abatimiento lo denominaron Proceso ArCIS-UNR°, cuyo proyecto se esquematiza en la siguiente figura.-



En la provincia de Santa Fe ya han sido construidas algunas plantas de tratamiento de arsénico basadas en esta tecnología.-

De las mismas nos fueron suministrados las fichas técnicas de dos obras realizadas, de las cuales volcamos los datos que constan en las mencionadas fichas. Una planta de esta características se instaló en la localidad de López en la provincia de Santa Fe, la cual abastece de agua potable a una población de 1200 habitantes. La planta produce 150 m³/día, el agua cruda de la fuente tiene un contenido de arsénico que varía de 0.80 a 0.110 mg/l, luego del tratamiento, los análisis del agua que se obtiene han arrojado valores de arsénico < 0.02 mg/l.-

Se colocan dos fotografías de la planta a que hacemos referencia a fin de poder apreciar en ellas las características de la planta, de forma tal de tener una idea más exacta de lo expresado.-



De acuerdo a la información suministrada por el Centro de Ingeniería Sanitaria el costo de explotación es de 0.25 \$/m³, para una dosis de Policloruro de Aluminio de 70 mg/l de agua a tratar.-

Otra planta de similar características fue instalada en la localidad de Villa Cañas, también de la provincia de Santa Fe, la cuenta con 10.500 habitantes, esta planta puede tratar 1200 m³/día. Los análisis realizados del agua cruda de la fuente arrojaron valores de 0.130 a 0.170 mg/l de arsénico, el cual se lo redujo luego del tratamiento a <0.02 mg/l.

El costo del tratamiento para la utilización de 80mg/l de Policloruro de Aluminio, según la misma fuente citada precedentemente, es de 0,25 \$/m³.-

Dado el tamaño de la planta instalada en Villa Cañas, se la construyó de Hormigón armado realizado “in situ”.-

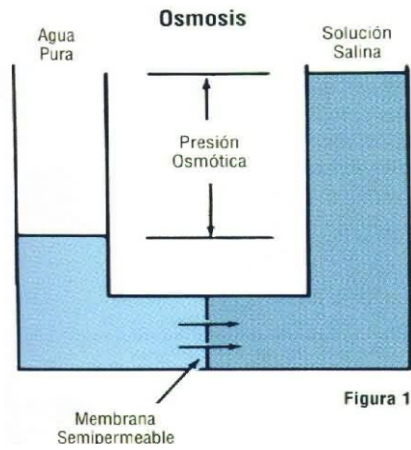
En las fotos se puede verse la planta a la que hacemos referencia



Se agradece muy especialmente a la Inga. Ana Maria Ingallinella, del Centro de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Rosario, por la cesión del material publicado en este bloque.-

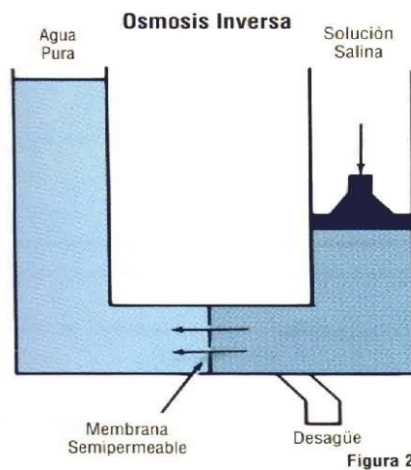
3.2.- OSMOSIS INVERSA

Antes de hablar de ósmosis inversa, se debe entender primero el concepto de ósmosis. Se entiende por ósmosis, el pasaje del agua a través de una membrana semipermeable, de una solución menos concentrada hacia una más concentrada.-



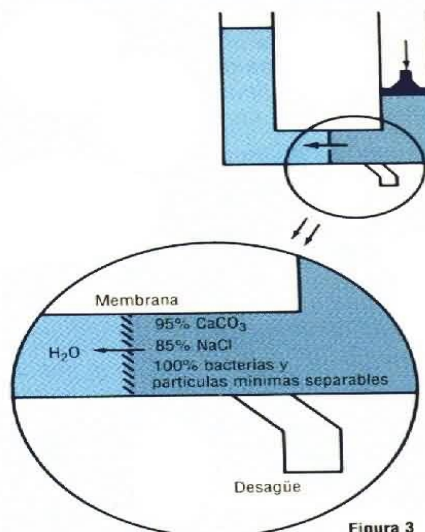
La diferencia de presión entre ambos lados de la membrana (observable a través de la diferencia de altura de columna de agua que se registra en un tubo de vidrio en forma de U), se denomina Presión Osmótica, (figura 1).-

La ósmosis inversa se produce cuando se utiliza presión para invertir el flujo osmótico normal. Tal proceso constituye la base para tratar el agua cruda con alto tenor de arsénico. Así, aplicando presión el agua es forzada a pasar a través de la membrana semipermeable desde el lado más concentrado (agua cruda), hacia el lado menos concentrado (agua tratada), quedando retenidos en la membrana, por su tamaño, los iones del arsénico (figura 2).-



Los equipos de ósmosis inversa cuentan con una bomba de alta presión, que impulsa el agua contaminada a los tubos donde están ubicadas las membranas (construidas de acetato de celulosa o poliamidas) y membranas de película delgada, de estos tubos, el agua tratada, aproximadamente un 50% de la que entra va un depósito para consumo y el resto que es el rechazo (concentrado), sale de la planta de tratamiento, a fin de ser eliminado de la forma mas conveniente (figura 3).-

Características de Rechazo



La disposición de estos concentrados (rechazo) provenientes de las plantas de ósmosis inversa, ricos en iones arsenicales, requerirá un posterior tratamiento y disposición de los mismos; algo similar deberá ocurrir para otros tipos de procesos aplicables al abatimiento de arsénico en aguas de bebidas.-

Estos proceso pueden ser muy variados al igual que su complejidad. De entre los más simples podemos rescatar:

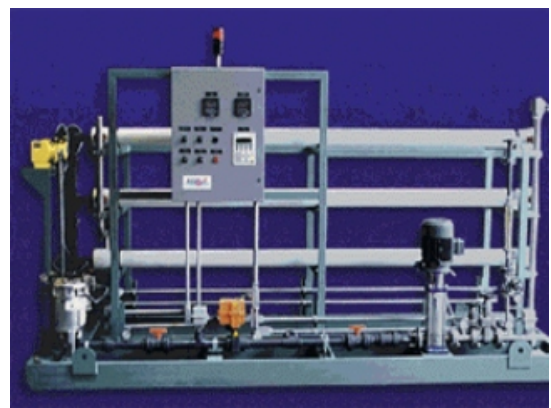
1. La inyección a estratos confinados más profundos de donde se extrae el agua cruda a tratar, previo estudio de los mismos a fin de no alterar la calidad de estos.-
2. Concentración del liquido y disposición en suelo.-
3. El envío a red de desagües cloacales, para su tratamiento junto con los líquidos servidos.-

La solución a ser adoptada dependerá de cada caso en particular, de la evaluación de impacto ambiental a ejecutar en cada localidad, ya que depende fundamentalmente del tamaño de la planta de ósmosis inversa que se va a instalar y de la cantidad de residuos a considerar.-

El agua tratada no puede ser usada tal cual sale de la planta de ósmosis inversa, ya que puede llegar a fluir con faltante de sales, los cuales serían perjudiciales para el ser humano. Debe en cada caso en particular efectuarse un estudio en base a los análisis del agua de entrada y salida de la planta, para determinar la cantidad de mezclado de ambas una vez tratada, a fin de acotar los valores mas desfavorables y lograr obtener agua apta para consumo.-

La ósmosis inversa es una tecnología de alta remoción de arsénico. Con una eficiencia que puede llegar al 98%.-

En el mercado se encuentra una gran variedad de equipos de ósmosis inversa que van desde equipos individuales, hasta aquellos para proveer de agua potable a localidades de hasta 300.000 habitantes, pasando por toda la gama intermedia, dependiendo de la población a servir.-



Como acotación al sistema debemos manifestar que el mayor inconveniente que tiene, es el costo ocasionado por consumo periódico de reactivos y la reposición de membranas al cabo de 3 ó 4 años de

uso. En relación a las membranas debemos decir que si se efectúa un buen mantenimiento de las mismas, esa vida útil puede llegar a duplicarse.-

El precio del tratamiento de agua con plantas de ósmosis inversa esta aproximadamente en el orden de los 3,50 \$/m³.-

3.3.- *INTERCAMBIO IONICO*

Las unidades de intercambio iónico son usadas para remover cualquier sustancia iónica del agua, aunque su uso predominante es la remoción de dureza y nitratos de las aguas subterráneas. También es aplicable a la remoción de arsénico.-

La remoción de los iones se alcanza mediante su retención sobre un medio constituido por una resina de intercambio, Como su nombre lo implica, un ion es sustituido por otro sobre la resina, usualmente conformado por un polímero sintético. Las de resinas pueden ser de intercambio catiónico o aniónico.-

El intercambio iónico remueve efectivamente más del 90% de bario, cadmio, cromo III, plata y radio, usando resinas catiónicas como medio de intercambio. Además alcanza a superar el 90% de remoción de nitritos, selenio, arsénico V, cromo VI y nitrato usando resinas aniónicas.-

La tecnología es particularmente efectiva para remover arsénico pentavalente mediante el uso de resinas de intercambio aniónico, ya que al pasar por el conducto donde esta ubicada la resina, en la misma queda retenido el arsénico.

El intercambio de aniones es simplemente el intercambio de un anión por otro. El anión que es intercambiado es mantenido en la resina hasta ser eliminado periódicamente durante el proceso de regeneración.

El arsenito no es eliminado efectivamente, por lo que podría requerirse su oxidación previa. El intercambio de aniones puede remover efectivamente el arsénico, usando por lo general resinas de intercambio aniónico de base fuerte en forma de cloruro como ion activo. El sulfato, nitrato y otros aniones presentes en altas concentraciones pueden reducir ampliamente el ciclo de funcionamiento, al competir con el arsénico.

Como regenerante puede usarse Cloruro de Sodio o Potasio, comúnmente se utiliza para restaurar la capacidad de la resina, una solución de salmuera (cloruro de sodio) que puede volver a utilizarse hasta 20 veces, siempre y cuando se añada cierta cantidad de sal para proveer los niveles adecuados de cloruro para la regeneración. Aunque el reciclaje de la regeneración reduce la cantidad de residuos que son eliminados, éste aumenta la concentración de arsénico en la salmuera utilizada. Un coagulante puede eliminar el arsénico de la solución de salmuera.

Según informaciones vertidas por fabricantes y vendedores de sistemas de tratamientos de agua, no es conveniente la utilización de este sistema de tratamiento, por razones económicas, cuando el agua cruda que contiene arsénico además posee sales disueltas, ya que se torna un procedimiento costoso, siendo el incremento de tres veces en su costo, referida como comparación para el tratamiento por ósmosis inversa.-

Según la fuente indicada precedentemente, si se toma como comparación distintos valores de tenores salinos a tratar, podríamos ofrecer el siguiente cuadro:

Comparación de costos de Intercambio Iónico vs Osmosis Inversa

0 - 250 mg/l	Intercambio Iónico
250 - 350 “	No hay una superioridad definida de una tecnología sobre otra.-
+ de 400 “	Osmosis Inversa

B) PARA POBLADORES DISPERSOS

Otra forma distinta de encarar el problema es cuando nos encontramos ante el caso de poblaciones rurales o dispersa, donde la cantidad de habitantes a proveer de agua potable es mucho menor y no se cuenta con los medios económicos o tecnológicos adecuados, como los vistos precedentemente, para dotarla de agua potable.-

El poblador aislado por lo general se sirve de un abasto individual, que provee para su familia, del agua que necesita para su supervivencia.-

La fuente puede ser de distinto tipo, tal como acequias, agua de lluvia, pozos excavados, etc.

Frecuentemente el poblador aislado no posee otro medio de obtener agua de consumo que no sea de su pozo excavado.-

Las soluciones a aportar son casi todas experimentales, que bien por tratarse de soluciones laboriosas no siempre son aceptadas por la población o son reticentes a ponerlas en práctica,-

De los nombrados la que más probablemente provea agua con alto contenido de arsénico en disolución son los pozos que abastecen de agua subterránea, no así las acequias que conducen agua de origen superficial y menos aun el agua de lluvia.-

En estos casos la implementación de estas soluciones debería ir acompañada por una campaña de educación de la población, de forma tal que asuman que lo que están efectuando es para evitar males posteriores muy serios, como ser contraer cáncer.-

En estos casos las respuestas tecnológicas que pueden emplearse pueden ser, además de los enunciados precedentemente, los siguientes:

B.1.- CONSTRUCCIÓN DE ALJIBES

B.2.- EVAPORACIÓN

B.3.- PRECIPITACIÓN POR FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN

B.4.- MÉTODO RAOS

A continuación pasamos a describir sucintamente los distintos tipos enunciados precedentemente:

B.1.- CONSTRUCCIÓN DE ALJIBES

Para poder aplicar este tipo de solución, donde se prevé el reemplazo de agua extraída de un pozo excavado por agua de lluvia, deberá contarse con un régimen de precipitaciones en la región

estudiada en el transcurso de varios años, además los techos de las viviendas deberán estar ejecutados con chapas u otro material que permita, al producirse las precipitaciones, drenar las mismas hacia el aljibe.

Los techos deben estar perfectamente limpios antes de enviar el agua a los aljibes, lo que se logra dejando escurrir las aguas fuera de los mismos, cuando comienza a llover, a fin que se produzca un lavado natural de los mismos.-

Estos aljibes deberán contar con tapas para evitar el ingreso de suciedad y pájaros, y a su vez estar divididos, de forma tal de permitir su limpieza, aun con agua en su interior.-

De no alcanzar el área total de los techos, en función de su superficie y del régimen de precipitaciones anuales, pueden llegar a construirse sobre el terreno, de las dimensiones surgidas en base a cálculos, bateas impermeabilizadas para recolectar el agua de lluvia, juntándola en las mismas o bien enviarlas a cisternas.-

El agua almacenada según la disposición que se haga de la misma será conveniente, previa a la ingesta, agregarle 2 gotas de lavandina por litro, dejándola reposar por 30 minutos, a fin de asegurar la calidad bacteriológica y desinfección

B.2.- EVAPORACIÓN

El INENCO (Instituto de Investigación en Energía No Convencional), de la provincia de Salta, que esta dirigido por el Dr. Luis R. Saravia, ha desarrollado la investigación para la obtención de agua destilada, la cual esta libre de contenido de arsénico que puede llegar a tener el agua cruda a tratar, a través de la instalación de Desalinizadores Solares.-

Los desalinizadores solares tipo invernadero permiten obtener agua pura a partir de aguas salinizadas y con elementos químicos perjudiciales para la salud. Consisten en una bandeja oscura donde se coloca el agua contaminada, la radiación solar se absorbe en dicha bandeja, calienta el agua y produce la evaporación de la misma, quedando las sales concentradas en el fondo. El agua evaporada se condensa en la cubierta de vidrio, con pendiente a dos aguas, escurre por la misma y se recoge en canaletas que la llevan al exterior donde se colecta, ver figura.

Estos equipos desoladores solares son de 2 mt de largo por 1 mt de ancho, tienen un rendimiento de 4 lt/m² día, por lo tanto el consumo que habíamos comentado de 20lt/hab-día se debería reducir a 5 lt/día.-

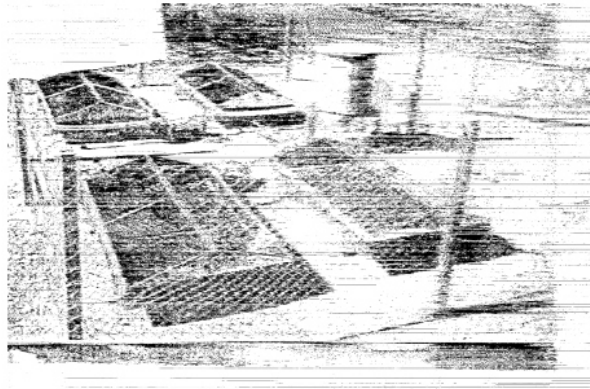
Este tipo de solución fue adoptada en las localidades de El Breal, El Quemado y El Anco en la zona de Santa Victoria Este en la Provincia de Salta, dado que las napas subterráneas están a profundidades superiores a los 200m.-

El agua cruda del lugar tiene altos contenidos de sales, pero también elementos químicos no aptos para el consumo humano, como ser, arsénico.-

El costo total de la instalación de 25 desalinizadores solares de superficie total igual a 50m², tubo un costo de \$ 18.400,--, es decir en el entorno de los U\$S 6.350,--, lo que nos estaría dando un rendimiento de 200 l/día.-

Para el uso de estos equipos en cada región es necesario adaptar el sistema a las condiciones locales de clima e infraestructura.-

Al agua tratada deberá efectuarse un análisis físico-químico para determinar el tenor de sales que contiene, a fin de evaluar la cantidad de agua cruda que se tendrá que adicionar, o bien la cantidad de sales que se le deberá agregar para convertirla en apta para consumo humano.-



B.3.- PRECIPITACIÓN POR FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN

Como propuesta de solución al problema de que la única agua disponible contiene elevados tenores de arsénico, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS OMS), ha desarrollado, para pobladores aislados un producto para abatimiento de arsénico en agua que se presenta en dos versiones ALUFLOC Y FERRIFLOC, según sea el componente activo sulfato de aluminio o cloruro férrico.-

Este producto fue empleado con resultados alentadores en aguas con contenido de arsénico en un rango que va de los 0,100 a 0,400 mg/l, siendo más efectivo el ALUFLOC en aguas cuyos tenores se encontraban en la porción inferior del rango mencionado y el FERRIFLOC más adecuado para los valores superiores.-

La composición del producto empleado consta de tres componentes a saber:

- 1.- Soporte: arcilla activada (tratada con $SO_4 H_2$)
- 2.- Oxidante: hipoclorito de calcio (polvo cristalino)
- 3.- Coagulante: Sulfato de aluminio o cloruro férrico

La arcilla activada provee al agua de una turbiedad a cuyas partículas se adhieren las formas iónicas del arsénico, generando una suspensión coloidal cuyas Micela Coloidal, son desestabilizadas por la acción del coagulante presente (sulfato de aluminio/cloruro férrico) produciendo así un flóculo (floc) que precipitará arrastrando con él al arsénico presente.-

El hipoclorito de calcio tiene por objetivo (como Oxidante) llevar al arsénico presente a su mayor número de oxidación (valencia) produciendo al mismo tiempo una cantidad de cloro residual que permite asegurar la calidad bacteriológica y desinfección del agua tratada.-

Procedimiento:

El agua a tratar se introduce en un recipiente de unos veinte litros, convenientemente diseñado a tales fines y dotado de un eje vertical giratorio al que se han fijado paletas para producir agitación, así como tapa, canillas de limpieza y desagote.-

Una vez llenado el recipiente de agua se agrega el contenido de un sobre conteniendo una dosis del producto para abatimiento y se procede a una agitación enérgica por el término de un minuto para facilitar un íntimo mezclado entre el producto y el agua tratada; seguidamente se continuará con una agitación suave que permitirá la formación, acondicionamiento y precipitación de los flóculos (flocs) formados. Por último se dejará decantar por un mínimo de

media hora, aunque en general se suele dejar toda una noche para consumir, al día siguiente el líquido sobrenadante desechándose el precipitado. El agua tratada debe ser destinada sólo a ingesta.-



Esta operatoria se basa fundamentalmente en un proceso similar al ya indicado en el punto A para Núcleos Poblacionales, apartado 3.1. de Coagulación, Floculación, Decantación y Filtrado.-

Los barros precipitados deberán ser colectados y enterrados.-

Este procedimiento fue llevado a cabo como programa piloto en determinadas zonas del chaco salteño (Tolloche) con resultados alentadores entre los años 1995 a 1998. Su aplicación tuvo lugar en casas de familias y también incluyó una escuela rural.-

En la oportunidad se efectuaron ensayos previos en laboratorio con aguas con tenores de Arsénico del orden de los 300 $\mu\text{g}/\text{l}$, obteniéndose rendimientos de hasta el 97%. Cuando la experiencia se llevó a los pobladores, estos logran rendimientos del orden del 70% que, dadas las condiciones, pueden considerarse aceptables.

El costo de un sobre conteniendo la cantidad necesaria del producto (alufloc/ferrifloc) para tratar 20 litros de agua cruda oscila entre 0.20 a 0.50 U\$\$.-

El sistema de tratamiento ha dado buenos resultados en la faz de investigación, abatiendo el 98% del arsénico contenido en el agua cruda. En resultados de campo se consiguió un abatimiento del contenido de arsénico en el orden del 80%.-

B.4.- METODO RAOS

La Comisión Nacional de Energía Atómica de nuestro país, esta llevando adelante conjuntamente con Brasil, Chile, Méjico y Trinidad y Tobago, dentro del Proyecto OEA/AE 141/2001, el método que se denomina Remoción de Arsénico por Oxidación Solar (Raos), creado por científicos suizos, para combatir la intoxicación de 20 mil personas por arsénico en Bangladesh.

En la versión adaptada a la realidad local, consiste en almacenar el agua para beber en botellas de plástico, luego adicionarle hierro, a través trozos de alambre de fardo y unas gotas de jugo de jugo de limón y dejarla expuesta al sol por seis horas.

De esta forma, el hierro y el citrato sufren una oxidación. Por lo mismo, el hierro precipita

al fondo de las botellas y arrastra consigo al arsénico. Después de reposar toda una noche, las personas deben filtrar el agua con un paño y luego, tomarla.-

Las personas que están trabajando en este tipo de solución, comentaron que en laboratorio han conseguido que el método Raos remueve el mineral tóxico en un 99,82 por ciento y deja al líquido transparente y con buen sabor.

Su premisa es que sea una acción totalmente casera y con materiales que estén en el ambiente doméstico.-

No contamos en la actualidad con valores obtenidos en la práctica con la aplicación de este método.-

En la foto puede apreciarse la forma de aplicación.-

