

**Anexo 1**

**DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS**

**Anexo 1****DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS****TRATAMIENTOS FÍSICOS DEL AGUA.**

La purificación física del agua se refiere sobre todo a técnicas de filtración. La filtración es un instrumento de purificación para quitar los sólidos de los líquidos. Hay varios tipos de técnicas de filtración. Un filtro típico consiste en un tanque, los medios de filtro y un regulador para permitir la expulsión.

*a) Pantallas:*

La filtración a través de las pantallas se hace generalmente al principio del proceso de la purificación del agua. La forma de las pantallas depende de las partículas que tienen que ser eliminadas.

*b) Filtración de la arena:*

La filtración de la arena es un método usado con frecuencia, muy robusto para eliminar los sólidos suspendidos del agua. El medio de filtro consiste en una capa múltiple de arena con una variedad de tamaño y gravedad específica. Cuando el agua atraviesa el filtro, los sólidos suspendidos en el agua precipitan en la arena donde quedan como residuo y en el agua se reduce los sólidos suspendidos, esta fluye del filtro. Cuando los filtros se cargan con las partículas se invierte la dirección de filtración, para regenerarlo.

Los sólidos suspendidos más pequeños tienen la capacidad de pasar a través de un filtro de arena, a menudo se requiere la filtración secundaria.

---

*c) Filtración de flujo cruzado:*

La filtración de membrana con flujo cruzado quita las sales y materia orgánica disuelta, usando una membrana permeable que impregne solamente los contaminantes. El concentrado permanece mientras que el flujo pasa adelante a través de la membrana. Hay diversas técnicas de filtración con membranas, estas son: *microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa (OI)*. El tipo de técnica que se pone en ejecución, depende de la clase de compuestos que necesiten ser eliminados y su tamaño de partícula. Debajo, las técnicas de filtración de membrana están clarificadas.

1) Microfiltración:

La microfiltración es una técnica de separación con membrana en la cual las partículas muy finas u otras materias suspendidas, con acción en partículas de radio de 0,1 a 1,5 micras, se separan de un líquido. Es capaz de quitar los sólidos suspendidos, las bacterias u otras impurezas. Las membranas de la microfiltración tienen un tamaño nominal de poro de 0,2 micras.

2) Ultrafiltración:

La ultrafiltración es una técnica de separación con membrana en la cual las partículas muy finas u otras materias suspendidas, con acción en partículas de radio de 0,005 a 0,1 micras, se separan de un líquido. Es capaz de quitar las sales, las proteínas y otras impurezas dentro de su gama. Las membranas de la ultrafiltración tienen un tamaño nominal de poro de 0,0025 a 0,1 micras.

3) Nanofiltración:

Nanofiltración es una técnica de separación con membrana en la cual las partículas muy finas u otras materias suspendidas, con un tamaño de partícula en la gama de

---

aproximadamente 0,0001 a 0,005 micras, se separan de un líquido. Es capaz de quitar virus, pesticidas y herbicidas.

#### 4) Ósmosis inversa (OI)

La ósmosis inversa, o la OI, es la técnica disponible más fina de separación con membrana. La OI separa partículas muy finas u otras materias suspendidas, con un tamaño de partícula hasta 0,001 micras, de un líquido. Es capaz de quitar iones de metal y eliminar completamente las sales en disolución.

#### *d) Filtración de cartucho:*

Las unidades de filtración de cartucho consisten en fibras. Funcionan generalmente con más eficacia económica en los usos que tienen niveles de contaminación de menos de 100 PPM. Para usos donde la contaminación es más alta, los cartuchos se utilizan normalmente como filtro en las etapas finales.

### **PURIFICACIÓN CON PRODUCTOS QUÍMICOS.**

La purificación química del agua se refiere a muchos y diversos métodos. Qué método aplicar depende de la clase de contaminación hay en el agua. Abajo se resumen muchas de estas técnicas químicas de purificación.

#### *a) Adición química:*

Hay varias situaciones en las cuales se agregan productos químicos, por ejemplo para prevenir la formación de ciertos productos de la reacción. Debajo, se resumen algunas de estas adiciones:

- Los agentes quelatos se agregan a menudo al agua, para prevenir los efectos negativos de la dureza, causados por la deposición del calcio y del magnesio.

---

- Los agentes que oxidan se agregan al agua como biocida, o para neutralizar agentes de reducción.

- Los agentes de reducción se agregan para neutralizar agentes que oxidan, tales como ozono y cloro. También ayudan a prevenir la degradación de las membranas de purificación.

*b) Clarificación:*

La clarificación es un proceso de multi-pasos para quitar los sólidos suspendidos. Primero, se agregan los coagulantes. Los coagulantes reducen la carga de iones, de modo que acumulan las partículas en formas más grandes llamadas flóculos. Los flóculos se depositan por gravedad en tanques de filtración o se quitan mientras que el agua atraviesa un filtro de gravedad. Las partículas más grandes que 25 micras son quitadas con eficacia por la clarificación. Agua que es tratada con la clarificación puede contener algunos sólidos suspendidos y por lo tanto necesita un tratamiento adicional.

*c) Desionizar y ablandar:*

La desionización se procesa comúnmente con intercambio de ión. Los sistemas de intercambio de ión consisten en un tanque con bolas pequeñas de resina sintética, que son tratadas para absorber selectivamente ciertos cationes o aniones y para substituirlos por los iones contaminadores. El proceso de intercambio de ión dura, hasta que todos los espacios disponibles se llenan de los iones. El dispositivo del intercambiador de iones tiene que ser regenerado por productos químicos convenientes. Uno de los intercambiadores posiblemente más comúnmente usado es un suavizador de agua. Este dispositivo quita iones de calcio y de magnesio del agua dura, sustituyéndolos por otros iones cargados positivamente.

*d) Desinfección:*

La desinfección es uno de los pasos más importantes de la purificación del agua de ciudades y de comunidades. Responde al propósito de matar a los actuales microorganismos indeseados en el agua; por lo tanto los desinfectantes se refieren a menudo como biocidas. Hay

---

una gran variedad de técnicas disponibles para desinfectar los líquidos y superficies, por ejemplo: desinfección con ozono, desinfección con cloro y desinfección UV.

El cloro cuando es dejado caer: puede reaccionar las cloraminas y los hidrocarburos tratados con cloro, que son agentes carcinógenos peligrosos. Para prevenir este problema el dióxido de cloro puede ser aplicado. El dióxido de cloro es un biocida eficaz a bajas concentraciones tales como 0,1 PPM y excelentes en una gama ancha de pH. El  $\text{ClO}_2$  penetra la pared de la célula de las bacterias y reacciona con aminoácidos vitales en el citoplasma de la célula para matar al organismo. El subproducto de esta reacción es clorito. Los estudios toxicológicos han demostrado que el subproducto de la desinfección del dióxido de cloro, clorito, no tiene ningún riesgo adverso significativo para la salud humana.

El ozono se ha utilizado para la desinfección del agua potable en la industria del agua municipal en Europa por cientos de años y es utilizado por una gran cantidad de compañías de agua, donde es común capacidades del generador del ozono de hasta el radio de acción de cientos kilogramos por hora. Cuando el ozono hace frente a olores, a bacterias o a virus, el átomo adicional del oxígeno los destruye totalmente por la oxidación. Durante este proceso el átomo adicional del oxígeno se destruye y no hay olores, bacterias o átomos adicionales dejados. El ozono es no solamente un desinfectante eficaz, es también particularmente seguro de utilizar.

La radiación-UV también se utiliza para la desinfección hoy en día. Cuando están expuestos a la luz del sol, se matan los gérmenes y las bacterias y los hongos se previenen de reproducirse. Este proceso natural de la desinfección se puede utilizar con más eficacia posible aplicando la radiación UV de una manera controlada.

*e) Destilación:*

La destilación es la colección de vapor de agua, después de hervir las aguas residuales. Con un retiro correctamente diseñado del sistema de contaminantes orgánicos e inorgánicos y de impurezas biológicas puede ser obtenido, porque la mayoría de los contaminantes no se

---

vaporizan. El agua pasará al condensador y los contaminantes permanecerán en la unidad de evaporación.

*f) Electro – Diálisis:*

La electrodiálisis es una técnica que emplea las membranas actuales y especiales eléctricas, que son semipermeables a los iones, basadas en su carga. Membranas cargadas de cationes y las membranas cargadas de aniones se colocan alternativamente, con los canales del flujo entre ellos, y los electrodos se colocan en cada lado de las membranas. Los electrodos atraen a los iones contrarios a través de las membranas, para eliminarlos del agua.

*g) Ajuste del pH:*

El agua municipal necesita un ajuste de pH a menudo, para prevenir la corrosión de las tuberías y prevenir la disolución del plomo en los abastecimientos de agua. El pH es llevado hacia arriba o hacia abajo a través de la adición del cloruro de hidrógeno, en caso de que un líquido sea básico, o del hidróxido de sodio, en caso de un líquido ácido. El pH será convertido a aproximadamente 7 ó 7,5, después de la adición de ciertas concentraciones de estas sustancias.

*h) Barrido:*

La mayoría de los compuestos orgánicos naturalmente nos encontramos tienen una carga levemente negativa. El barrido orgánico es hecho por la adición de la resina del anión de una base-fuerte. Los compuestos orgánicos llenarán la resina y cuando se carga totalmente se regenera con altas concentraciones de cloruro de sodio.

## **PURIFICACIÓN BIOLÓGICA DEL AGUA.**

La purificación de biológica del agua se realiza para bajar la carga orgánica de compuestos orgánicos disueltos. Los microorganismos, principalmente bacterias, hacen la

---

descomposición de estos compuestos. Hay dos categorías principales de tratamiento biológico: tratamiento aerobio y tratamiento anaerobio.

La demanda biológica de oxígeno (DBO) define la carga orgánica. En sistemas aerobios el agua se airea con aire comprimido (con oxígeno en algunos casos simplemente), mientras que los sistemas anaerobios funcionan bajo condiciones libres de oxígeno.

---



## *ÓSMOSIS INVERSA*

### **CLASIFICACIÓN DE LAS MEMBRANAS:**

Las membranas pueden clasificarse en función de distintos parámetros, entre los cuales tenemos:

#### **ESTRUCTURA**

Simétricas

Asimétricas

#### **NATURALEZA**

Integrales

Compuestas de capa fina

#### **FORMA**

Planas

Tubulares

Fibra hueca

#### **COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Orgánicas

Inorgánicas

#### ***1. Clasificación según su estructura:***

Atendiendo a la estructura que presentan en un corte transversal a la superficie en contacto con la solución a tratar, las membranas pueden ser:

- *Simétricas:*
-

Se llaman membranas «simétricas» u «homogéneas» a aquellas cuya sección transversal ofrece una estructura porosa uniforme a lo largo de todo su espesor, no existiendo zonas de mayor densidad en una o ambas caras de la membrana, las membranas utilizadas por C. E. Reid en los inicios del desarrollo de la ósmosis inversa tenían una estructura de este tipo.

Las membranas simétricas presentan una elevada permeabilidad al solvente y un bajo rechazo de sales, por lo que se utilizan en otras técnicas pero no son aptas para la ósmosis inversa.

- *Asimétricas:*

La membrana presenta en su parte exterior, en la cara en contacto con la solución de aporte, una capa extremadamente densa y delgada bajo la cual aparece un lecho poroso.

A la capa densa y delgada se la llama «capa activa» y es la barrera que permite el paso del solvente e impide el paso del soluto. El resto de la membrana sólo sirve de soporte a la capa activa, debiendo al mismo tiempo ofrecer la mínima resistencia posible al paso del solvente.

Todas las membranas de ósmosis inversa tienen «capa activa» y son por tanto «asimétricas».

## ***2. Clasificación según su naturaleza:***

Atendiendo a su naturaleza, las membranas «asimétricas» de ósmosis inversa pueden ser:

- *Integrales:*

En las membranas «integrales» existe continuidad entre la capa activa y el lecho poroso soporte siendo ambos del mismo polímero. Los dos tienen la misma composición química y entre ellos no hay una clara separación, sino un aumento progresivo de la porosidad. Las membranas de esta naturaleza se obtienen haciendo coagular el polímero que las forma a partir

---

de una solución del mismo, tras lo cual se introduce la película en una serie de baños de agua a distintas temperaturas para darle la estructura porosa, formar la capa activa y eliminar los distintos disolventes residuales que hayan quedado en la membrana, procedentes de la fase de fabricación de la película.

El espesor de la capa activa es del orden de las 0,25 micras y el del lecho poroso situado bajo ella y que le sirve de soporte es de unas 99,75 micras, lo que hace un total de 100 micras aproximadamente.

El principal inconveniente de este tipo de membranas es que toda mejora de las características de la capa activa viene acompañada de un peor comportamiento del lecho poroso y viceversa, al ser ambos del mismo polímero y tener misiones contrapuestas.

- *Compuestas de capa fina:*

En las membranas compuestas de capa fina, la «capa activa» y el sustrato microporoso que le sirve de soporte son de materiales diferentes, la membrana consta de tres capas de distintos materiales que, en orden descendente, son:

- Capa superior: Capa activa.
- Capa intermedia: Lecho poroso soporte de la capa activa.
- Capa inferior Tejido reforzado responsable de la resistencia mecánica de la membrana.

A diferencia de las membranas integrales, las compuestas de capa fina se fabrican en dos etapas. En la primera etapa se deposita la capa intermedia sobre una tela de refuerzo que constituye la capa inferior. El espesor del lecho poroso ronda las 40 micras.

En la segunda etapa se deposita sobre la capa intermedia la capa superior o capa activa cuyo espesor es de 0,2 a 0,5 micras. Variando el tipo de polímero utilizado y los parámetros de fabricación se obtienen membranas con distintas características tanto de rechazo de sales como de flujos de permeado por unidad de superficie.

---

Las membranas «compuestas de capa fina» son la evolución tecnológica de las integrales. Presentan, frente a estas últimas, las siguientes ventajas:

- Cada capa (activa, lecho soporte o tejido reforzado) puede desarrollarse y optimizarse separada e independientemente, adecuando cada una a su trabajo específico.
- Se puede variar a voluntad el espesor de la capa activa adecuándolo a las necesidades específicas de cada aplicación.
- Puede alterarse la porosidad de la capa activa y, por tanto, su porcentaje de rechazo de sales así como el flujo de permeado, en función de las necesidades.

### ***3. Clasificación según su Forma:***

Atendiendo a la forma que presenta la membrana, una vez fabricada, se pueden distinguir los siguientes tipos:

- *Planas:*

Este tipo de membranas, como indica su nombre, presenta una capa activa plana. Se fabrican en forma de lámina de papel continuo, cortándose posteriormente para adoptar distintas formas geométricas en función de la técnica empleada para su posterior ensamblaje: rectangular, disco, circular, elíptica, oval, etc.

- *Tubulares:*

Las membranas tubulares se construyen en forma de tubo hueco, de distintas longitudes. Su diámetro interior oscila entre 6 y 25 mm. La capa activa en este tipo de membranas suele encontrarse en la superficie interior del tubo. El resto del espesor presenta, como ya se ha dicho, una estructura porosa y sirve de soporte a la capa activa.

La solución a tratar circula por el interior, el permeado fluye radialmente del interior hacia el exterior y el rechazo se obtiene en el otro extremo del tubo.

---

Las membranas fabricadas con esta forma son mayoritariamente «integrales», aunque unos pocos fabricantes también suministran membranas «compuestas de capa fina» tubulares.

- *Fibra hueca:*

A estas membranas también se las llama «capilares» ya que su aspecto es el de una fibra de tejer hueca o el de un tubo capilar hueco del tamaño de un cabello humano. Como todas las membranas de ósmosis inversa disponen de una película muy densa en su parte exterior que constituye la «capa activa». Bajo esta fina película y hacia el centro del tubo se encuentra la estructura porosa que le sirve de soporte.

El diámetro interior de la fibra varía según el fabricante y el tipo de aplicación entre 42 y 120 micras y los diámetros exteriores correspondientes entre 85 y 250 micras.

La solución a tratar circula por el exterior de la fibra. El permeado fluye radialmente desde el exterior hacia el interior, recogándose en el extremo de la fibra.

Las membranas de fibra hueca que se fabrican son, por el momento, exclusivamente «integrales», dada la dificultad técnica que entraña hacer membranas «compuestas de capa fina» con esta forma.

#### ***4. Clasificación Según su Composición Química:***

Atendiendo a la composición química de la capa activa, las membranas pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- *Orgánicas:*

Reciben este nombre todas aquellas membranas cuya capa activa está fabricada a partir de un polímero o copolímero orgánicos. Aunque existe un gran número de polímeros,

---

copolímeros y mezclas, tanto naturales como sintéticos con los que se pueden fabricar membranas, muy pocas de éstas son aptas para la ósmosis inversa.

De todos los compuestos orgánicos, los que han tenido éxito en la fabricación de membranas de ósmosis inversa son:

A) Acetato de celulosa (CA):

Acetilando la celulosa procedente de la madera o del algodón se obtiene un producto llamado acetato de celulosa. Tratándolo con agentes saponificantes se hidroliza una pequeña parte de los grupos acetato, mejorando así su solubilidad y dando lugar al acetato de celulosa modificado.

La primera membrana semipermeable «asimétrica» de ósmosis inversa para la desalación de agua la obtuvieron Loeb y Sourirajan a partir de una mezcla de acetatos de celulosa. Es, por tanto, un polímero muy experimentado. Gran parte de los fabricantes de membranas siguen contando con este material entre sus fabricados. Los tratamientos complementarios a que se someten las membranas de acetato de celulosa tras su formación, cuyo objeto es modificar las características de permeabilidad y de rechazo de sales de la capa activa así como las distintas concentraciones y mezclas utilizadas, han originado una gran diversidad de membranas.

B) Triacetato de celulosa (CTA):

El triacetato de celulosa tiene un mejor comportamiento que el acetato de celulosa frente a la hidrólisis, lo que se traduce en la posibilidad de trabajar en una gama de pH algo más amplia.

Este polímero, además de los inconvenientes señalados para el acetato de celulosa, presenta el añadido de tener un caudal de permeado por unidad de superficie más bajo. Esta circunstancia hace que los fabricantes que lo utilizan elaboren con él membranas de fibra hueca ya que la superficie por unidad de volumen que se consigue con esta forma es elevada, contrarrestando así el bajo flujo de permeado.

---

### C) Poliamidas aromáticas (AP):

Dentro de este apartado existen dos polímeros básicos muy similares entre sí desde el punto de vista químico y, por tanto, con características de resistencia química parecidas. Dichos polímeros son:

#### C.1) Poliamida aromática lineal (LAP):

Este tipo de polímero se utiliza para fabricar membranas «integrales» tanto planas como de fibra hueca.

#### C.2) Poliamida aromática con entrecruzamientos (CAP):

Este polímero se utiliza para fabricar membranas compuestas de capa fina. Comparando los dos tipos de poliamidas, se puede decir que la poliamida entrecruzada, debido precisamente a ello, presenta una menor compactación y un ligero mejor comportamiento frente a los oxidantes que la poliamida lineal además, la poliamida lineal no puede trabajar con pH bajos cuando la solución de aporte tiene una salinidad reducida.

### D) Poliéter-urea

Las membranas con esta formulación son siempre «compuestas de capa fina». Este tipo de membranas contiene un exceso de grupos amina, lo que les confiere una naturaleza fuertemente catiónica.

### E) Poliacrilonitrilo

Las membranas fabricadas con este polímero se comportan muy bien ante los disolventes orgánicos. El rechazo de sustancias orgánicas que presentan es también muy bueno. Sin embargo, desde el punto de vista del rechazo de sales minerales o de flujo de permeado, son mucho menos interesantes que las fabricadas con poliamidas aromáticas.

---

### F) Polibencimidazola

Las membranas fabricadas con este polímero presentan una excelente resistencia tanto a pH extremos como a diferentes productos químicos, lo que permite aplicarlas en galvanoplastia y otros procesos industriales. La pérdida de caudal y de rechazo de sales que se produce durante su almacenamiento ha limitado considerablemente su desarrollo.

### G) Polipiperacidamidas:

Estas membranas son mucho más resistentes al cloro y otros oxidantes que las de poliamida y poliurea. Aunque presentan un elevado rechazo de iones divalentes, el rechazo de iones monovalentes es mucho menor, por lo que sólo pueden utilizarse para casos especiales. Con este polímero puede fabricarse tanto membranas «integrales» como «compuestas de capa fina».

### H. Polifurano sulfonado

Aunque estas membranas producen los máximos rechazos conocidos tanto de sales como de solventes orgánicos de entre todas las membranas de ósmosis inversa disponibles en el mercado, son extraordinariamente sensibles a la oxidación, hasta tal punto que el propio oxígeno del aire que pueda disolver la solución de aporte las destruye, lo que limita considerablemente su utilización.

- *Membranas inorgánicas:*

Las membranas orgánicas presentan dos limitaciones importantes que reducen su campo de aplicación: su estabilidad química y la resistencia a la temperatura. La búsqueda de soluciones a estos dos problemas ha desembocado en la utilización de materiales inorgánicos para su fabricación.

Los cuatro grandes grupos en que se pueden clasificar las membranas inorgánicas son:

---



A) Cerámicas: Las membranas cerámicas han sido, hasta estos momentos, las más investigadas. De entre los distintos productos cerámicos, el más utilizado para la fabricación de membranas ha sido la alúmina ( $Al_2O_3$ ) en sus distintas variedades (Alfa, Beta y Gamma).

Partiendo de un compuesto orgánico de aluminio, controlando la formación del gel y variando tanto las condiciones de precipitación como las de calcinación, se puede modificar el tamaño de los poros de la membrana obtenida.

B) Vidrios: Utilizando como materias primas, en proporciones adecuadas, cuarzo, ácido bórico y carbonato sódico, a los que se suele añadir óxido potásico, cálcico y alúmina para aumentar su resistencia a los álcalis, y controlando durante la fusión tanto el régimen de temperaturas como su duración, se obtiene una mezcla de dos fases: una de vidrio de silicio casi pura y otra de ácido bórico rica en borato sódico.

Tratando dicho vidrio con ácido se disuelve la fase rica en borato sódico, quedando un vidrio con una estructura porosa, obtenida con un microscopio electrónico de barrido. Variando los parámetros de fabricación puede controlarse el tamaño de los poros obtenidos.

Con esta técnica puede fabricarse membranas planas, tubulares o capilares.

Tanto las membranas cerámicas como las de vidrio presentan el inconveniente de su fragilidad y su escasa resistencia a las vibraciones.

C) Fosfacenos: Las membranas fabricadas con este polímero pueden soportar temperaturas de hasta 250 °C. en presencia de disolventes o ácidos y bases fuertes.

D) Carbonos: Las membranas de esta naturaleza presentan habitualmente una estructura compuesta. El lecho soporte suele ser de carbono sinterizado y la capa filtrante de óxidos metálicos a base de zirconio ( $ZrO_2$ )'

---

Las membranas de este tipo pueden soportar valores extremos del pH (0-14) y temperaturas hasta 300 OC. Como características comunes a las membranas inorgánicas cabe señalar que su desarrollo acaba de comenzar, disponiéndose sólo de membranas de microfiltración (MF) y ultrafiltración (UF), no existiendo todavía en el mercado, en estos momentos, ninguna membrana de ósmosis inversa de esta naturaleza. Otras características comunes a estas membranas son su elevado costo (entre 5 y 10 veces el de una membrana orgánica) y la dificultad que presentan para elaborar módulos con ellas.

---

### APLICACIONES DE LA ÓSMOSIS INVERSA:

La utilización habitual de la ósmosis inversa está en soluciones acuosas, en todas sus variantes. Así, pueden tratarse:

- Aguas naturales salobres y de mar
- Aguas residuales urbanas
- Aguas industriales
- Soluciones acuosas en la industria alimenticia.

Las aplicaciones son asimismo variadas y se mencionan algunas en el siguiente cuadro:

INDUSTRIA	APLICACIÓN
Alimenticia	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Concentración de suero lácteo.</li> <li>· Deshidratación de productos.</li> <li>· Desalcoholización de cerveza.</li> <li>· Concentración de zumos.</li> <li>· Concentrados de café.</li> </ul>
Papelera	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Reciclado de aguas de lavado.</li> <li>· Recuperación de productos aprovechables.</li> </ul>
Textil	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tratamiento y renovación de los efluentes de tintes</li> </ul>
Metalúrgica	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Depuración de baños galvánicos.</li> <li>· Reciclado de baños de Cr (VI)</li> </ul>
Recuperación y Purificación de Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Agua esterilizada</li> <li>· Industria electrónica</li> <li>· Sistemas de refrigeración y aire acondicionado</li> <li>· Desalinización</li> </ul>

*Aplicaciones de la Ósmosis Inversa.*

**APLICACIONES DE LA ELECTRODIÁLISIS:****APLICACIONES DE LA ELECTRODIÁLISIS****Reducir electrólitos de:**

- Agua de mar.
- Aguas salobres.
- Efluentes de secundario.
- Productos alimenticios (suero, zumos de fruta, leche, vinos, azúcar, etc.).
- Productos orgánicos (pigmentos, plasma de sangre, vacunas, soluciones de aminoácidos).

**Recuperar electrólitos de:**

- Agua de mar.
- Soluciones de lavado.
- Baños de recubrimiento metálico.
- Soluciones de pasta de papel.
- Baños fotográficos.
- Baños de grabado.

**Reemplazar iones de:**

- Ácidos y bases orgánicos.
- Ácidos y bases inorgánicos.

**Síntesis electroquímica de:**

- Adiponitrilo de acrilonitrilo.
- Uranio de iones uranilo.
- Cloro y sus salmueras.
- Ácido succínico del ácido maleico.
- Ácido sebácico del ácido atípico.

*Aplicaciones de la Electrodialisis.*

## CLASIFICACION DE LOS INTERCAMBIADORES IÓNICOS

Los intercambiadores iónicos forman un grupo de materiales muy heterogéneo, cuya única característica común es que contienen una carga eléctrica fija capaz de enlazar a iones de carga opuesta. Se clasifican en dos grandes grupos: intercambiadores inorgánicos e intercambiadores orgánicos. Ambos grupos incluyen materiales sintéticos y naturales.

### *1. Intercambiadores iónicos inorgánicos:*

#### a) Resinas Inorgánicas Naturales:

Son aluminosilicatos como zeolitas, arcillas minerales feldespatos.

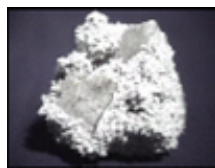
#### b) Resinas Inorgánicas Sintéticos:

Generalmente se pueden subdividir en las siguientes categorías:

- Óxidos metálicos hidratados, Ej. óxido de titanio hidratado, ácido poliantimónico.
- Sales insolubles de metales polivalentes, Ej. fosfato de titanio.
- Sales insolubles de heteropoliácidos, ej. molibdofosfato amónico
- Sales complejas basadas en hexacianoferratos insolubles
- Zeolitas sintéticas.

Las zeolitas y las arcillas son minerales de aluminosilicatos ampliamente distribuidos en la corteza terrestre. Algunas proceden de la erosión de las rocas, otras aparecen como depósitos sedimentarios y, por último, algunas tienen origen volcánico. Las zeolitas son sólidos microporosos con una estructura cristalina bien definida. La unidad constructora básica es el tetraedro  $TO_4$  (donde  $T=Si, Al, B, Ga, Ge, P...$ ) cuya unión tridimensional a través de los átomos de oxígeno da lugar a la estructura poliédrica típica de las zeolitas. Esta estructura tridimensional presenta pequeños poros y canales en los que se alojan los iones intercambiables y donde tiene lugar la reacción de intercambio iónico.

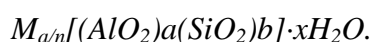
---



Edingtonita

*Resina de Intercambio Iónico: Zeolita*

Las unidades  $TO_4$  más comunes son  $SiO_4^{-4}$  y  $AlO_4^{-5}$ . La fórmula general de las zeolitas se puede escribir como:



La capacidad de intercambio de cationes de las zeolitas proviene de la carga negativa que lleva asociada la unidad  $AlO_4$ . Cuando  $n$   $Al^{3+}$  sustituyen a  $Si^{4+}$ , es necesario un contracación  $M^{n+}$  para neutralizar la carga negativa resultante. El contracación  $M$  suele ser el ion  $Na^+$  o  $H^+$  (en cuyo caso la zeolita constituye un ácido sólido) y tienen la particularidad de ser fácilmente reemplazables por otros cationes que puedan difundir a través de los canales de la zeolita

Las arcillas minerales son aluminosilicatos estructurados en capas bidimensionales. Están formadas por una capa resultado de combinar tetraedros de  $SiO_4$  y otra capa resultado de combinar octaedros de  $Al$  unido a seis oxígenos o a seis grupos  $OH$ . Ambas capas se unen entre sí compartiendo oxígenos. La capacidad de intercambiar cationes es resultado de la sustitución del  $Si^{4+}$  por el  $Al^{3+}$  en la capa tetraédrica, lo cual supone un exceso de carga negativa que es contrarrestado por cationes susceptibles de ser reemplazados.

Las zeolitas tienen una estructura de poro rígida, mientras que las estructuras en capa de las arcillas minerales tienen cierta elasticidad dependiendo de en qué forma iónica se encuentre el mineral. En ambas, zeolitas y arcillas, las propiedades de intercambio iónico se basan principalmente en la densidad de carga y en el tamaño de poro.

### *1. Intercambiadores iónicos orgánicos:*

#### a) Resinas orgánicas naturales:

Existen varios polímeros naturales que actúan como intercambiadores iónicos, como celulosa, ácido algínico, chitina, chitosan, dextrano y agarosa, y también derivados de éstos.

Chitina y chitosan son dos polisacáridos naturales que han mostrado excelentes propiedades en la fijación de metales. La chitina es un polímero lineal de alto peso molecular de la N-acetil-D-glucosamina, que abunda en las paredes celulares de algunos hongos y en el caparazón de crustáceos como cangrejos, langostas y langostinos. El chitosan es un derivado de la chitina que se obtiene por hidrólisis de esta última, y consiste en uniones de D-glucosamina. La presencia de nitrógeno en su estructura hace que sean susceptibles de emplearse como polímeros quelatantes de metales.

El ácido algínico es un polisacárido lineal formado por dos monómeros, el ácido D-manurónico y el ácido L-gulurónico. Es un componente del esqueleto de las algas pardas, de donde se aísla. Debido a esta función de soporte, el ácido algínico destaca por ser un polímero fuerte y a la vez flexible, propiedad que ha determinado sus aplicaciones industriales.

El ácido algínico puede ser soluble o insoluble en agua dependiendo del catión al cual se asocie su sal. Las sales sódicas, amónicas o de otros metales alcalinos son solubles, mientras que las sales de metales polivalentes, como calcio, son insolubles, con la excepción del magnesio. Los cationes polivalentes se unen al polímero allí donde encuentran dos residuos de ácido gulurónico cercanos, por lo que se considera que estos cationes son los responsables del entrecruzamiento de la cadena polimérica. Esta afinidad por los cationes polivalentes unida a la insolubilidad del polímero resultante, indican su posible aplicabilidad como extractante de metales.

Los polisacáridos dextrano y celulosa son polímeros de D-glucosa, (1-6)-glucosa y  $\beta$ (1-4)-glucosa respectivamente. La agarosa es un polisacárido preferentemente neutro y es el

---

componente que determina el poder gelificante del agar. Consiste en cadenas alternadas de D-galactosa-3,6-3,6-anhidro-L-galactosa.

La celulosa natural tiene propiedades intercambiadoras debido al pequeño número de grupos carboxilo que contiene su estructura. Se emplea como estructura base para, mediante derivatización, dar lugar a intercambiadores catiónicos, como la carboximetilcelulosa, o aniónicos, como la dietilaminoetil (DEAE) celulosa. El dextrano se hace reaccionar con epiclorhidrina que actúa entrecruzando las cadenas para dar polímeros de estructura tridimensional.

Los tres son matrices comunes empleadas en cromatografía de intercambio iónico y en la separación de proteínas ya que al tener poros de gran tamaño permiten la separación de biomoléculas cargadas.

Estos intercambiadores se conocen también por sus nombres comerciales, Sephadex (dextrano), Sepharose (agarosa) y Sephacel (celulosa).

b) Resinas orgánicas sintéticas:

Las resinas sintéticas de intercambio iónico consisten en una matriz polimérica reticulada por la acción de un agente entrecruzante y derivatizada con grupos inorgánicos que actúan como grupos funcionales. Son los materiales más habituales en las aplicaciones de intercambio iónico en la industria.

Como ya hemos mencionado, el desarrollo de las resinas sintéticas comenzó con la síntesis de las mismas mediante polimerización por condensación (fenol-formaldehído, epiclorhidrina-amina) y, posteriormente, se sintetizaron mediante polimerización por adición. La mayoría de las resinas comerciales están basadas en la estructura estireno-divinilbenceno, debido a su buena resistencia química y física y a su estabilidad en todo el rango de pH y a la temperatura. También se emplean matrices poliméricas basadas en el ácido acrílico o metacrílico.

---



En el proceso de fabricación de la matriz polimérica, estireno y divinilbenceno, que son insolubles en agua, se mezclan mediante un agitador a una velocidad que rompe la mezcla en pequeñas esferas. Estas esferas a medida que transcurre la reacción se endurecen formando perlas esféricas, que es la forma en la que se suelen presentar estas resinas. En este punto, el copolímero no está funcionalizado.

El entrecruzamiento confiere a la resina estabilidad y resistencia mecánica, así como insolubilidad. El grado de entrecruzamiento es un factor importante de controlar ya que no sólo determina las propiedades mecánicas de la resina, sino también su capacidad de hincharse (swelling) y de absorber agua.

El hinchado del polímero se produce cuando el disolvente penetra en los poros de la estructura polimérica, ensanchándolos y abriendo, por tanto, la estructura. A simple vista, se observa un aumento en el volumen que ocupa la resina. El proceso de swelling favorece la permeabilidad de iones en la matriz de la resina y mejora la accesibilidad a los grupos funcionales. Como inconveniente, el aumento de tamaño de la resina puede dar problemas de exceso de presión si la resina está empaquetada en una columna y también, que la resina sufra procesos de hinchado y deshinchado puede, con el tiempo, afectar a la estabilidad mecánica del polímero.

Hay dos formas de obtener una resina de intercambio iónico funcionalizada:

1. Incorporar el grupo funcional durante la polimerización, por ejemplo empleando monómeros ya funcionalizados.
2. Primero se lleva a cabo el proceso de polimerización y después se introducen los grupos funcionales sobre la matriz polimérica mediante las reacciones químicas oportunas, como sulfonación o cloración-aminación.

A pesar de que con el primer proceso se obtiene resinas más homogéneas, las limitaciones que provoca el entrecruzamiento hacen que el proceso más utilizado sea el segundo.

---

Sobre los polímeros ya funcionalizados pueden realizarse otras reacciones químicas para llevar a cabo su derivatización y obtener resinas con grupos funcionales más específicos que permitan aplicaciones más concretas.

Las resinas pueden clasificarse en función de la estructura de la red polimérica o del tipo de grupo funcional.

a) Tipos de resinas de intercambio iónico según su estructura de red:

Tipo gel: También conocidas como resinas microporosas ya que presentan tamaños de poro relativamente pequeños. En estas resinas el fenómeno swelling es muy importante, ya que se hinchan en mayor o menor medida en función del porcentaje de agente entrecruzante empleado durante la polimerización y del disolvente en el que se encuentre la resina. Por ejemplo, una resina con baja proporción de divinilbenceno se hinchará mucho en disolución acuosa, abriendo ampliamente su estructura, lo cual permitirá la difusión de iones de gran tamaño.

Resinas macroporosas: También llamadas macroreticulares. Durante la síntesis de estas resinas a partir de sus monómeros, se utiliza un co-solvente que actúa interponiéndose entre las cadenas poliméricas creando grandes superficies internas. Este disolvente se elimina una vez formada la estructura rígida del polímero. Las perlas tienen una relación área/volumen mayor que las resinas tipo gel, y por tanto, mayor capacidad de intercambio. La estructura macroreticular favorece la difusión de los iones, mejorando por tanto la cinética de intercambio.

Resinas isoporosas: Se caracterizan por tener un tamaño de poro uniforme, con lo que aumenta la permeabilidad de los iones en el interior de la red. Son resinas de alta capacidad, regeneración eficiente y de costo más bajo que las resinas macroporosas.

b) Tipos de resinas de intercambio iónico según el grupo funcional:

---

Resinas catiónicas de ácido fuerte: Se producen por sulfonación del polímero con ácido sulfúrico. El grupo funcional es el ácido sulfónico,  $-SO_3H$

Resinas catiónicas de ácido débil: El grupo funcional es un ácido carboxílico  $-COOH$ , presente en uno de los componentes del copolímero, principalmente el ácido acrílico o metacrílico.

Resinas aniónicas de base fuerte: Se obtienen a partir de la reacción de copolímeros de estireno-divinilbenceno clorometilados con aminas terciarias. El grupo funcional es una sal de amonio cuaternario,  $R_4N^+$ .

Resinas aniónicas de base débil: Resinas funcionalizadas con grupos de amina primaria,  $-NH_2$ , secundaria,  $-NHR$ , y terciaria,  $-NR_2$ . Suelen aplicarse a la adsorción de ácidos fuertes con buena capacidad, pero su cinética es lenta.

Resinas quelatantes: En estas resinas el grupo funcional tiene las propiedades de un reactivo específico, ya que forman quelatos selectivamente con algunos iones metálicos. Los átomos más frecuentes son azufre, nitrógeno, oxígeno y fósforo, que forman enlaces de coordinación con los metales. Sus ventajas sobre las demás es la selectividad que muestran hacia metales de transición y que el carácter de ácido débil del grupo funcional facilita la regeneración de la resina con un ácido mineral. No obstante son poco utilizadas en la industria por ser más caras que las anteriores y por tener una cinética de absorción más lenta.

---

## **APLICACIONES DE LOS INTERCAMBIADORES IÓNICOS EN LA INDUSTRIA**

Además de su clásica aplicación en tratamiento de aguas, la tecnología de intercambio iónico se aplica a distintos procesos dentro de la industria, como purificación, catálisis, recuperación de metales valiosos, etc. A continuación se describen brevemente estas áreas de aplicación de los intercambiadores iónicos.

### **1. Tratamiento de aguas.**

#### **1.1 Eliminación de la dureza del agua.**

El paso del agua por rocas sedimentarias como la piedra caliza, provoca que dos de los iones más comunes en aguas naturales sean el calcio y el magnesio. Estos cationes divalentes, cuando se encuentran en altas concentraciones, son los responsables de la dureza del agua.

El empleo de agua dura tanto para usos domésticos como industriales, provoca problemas de formación de depósitos e incrustaciones y dificulta la acción de los detergentes, ya que se forman espumas y precipitados que reducen su eficiencia.

Las zeolitas se utilizan en la eliminación de la dureza de aguas domésticas e industriales por su capacidad de intercambiar los iones calcio y magnesio presentes en el agua por iones sodio alojados en su estructura. Por esta misma razón, estos minerales han reemplazado a los fosfatos en la composición de los detergentes, precisamente para mejorar su efectividad al secuestrar los iones calcio y magnesio del agua. El 80% de la producción de zeolitas se emplea en esta aplicación. Además, el uso de zeolitas naturales tiene la ventaja de ser compatible con medidas de protección del medio ambiente. En la eliminación de la dureza del agua también se emplean intercambiadores iónicos más versátiles como carbón sulfonado, resinas sulfonadas de fenol-formaldehído y, en los últimos años resinas de poliestireno sulfonado. En las aguas naturales también hay una pequeña fracción de iones hierro y manganeso, cuya presencia es indeseable ya que pueden manchar los tejidos, formar depósitos en tuberías, tanques u otros

---

elementos, así como inducir su corrosión. Estos iones pueden eliminarse mediante intercambio iónico, pero este proceso tiene ciertas limitaciones ya que ambos iones pueden precipitar en la superficie de la resina.

### 1.2. Alcalinidad del agua

En el agua también se encuentran distintos aniones como bicarbonato, carbonato, hidróxidos, cloruro, sulfato, fluoruro, fosfatos etc. Los tres primeros son los responsables de la alcalinidad del agua, que no es más que la capacidad que tiene el agua de neutralizar ácidos. Es decir, un agua altamente alcalina será capaz de aceptar muchos iones hidrógeno antes de que su pH empiece a descender. La alcalinidad se expresa en términos de mg/L de carbonato de calcio.

El agua altamente alcalina tiene un sabor amargo. En la industria, la alcalinidad es un problema cuando se emplea agua hirviendo, ya que el vapor de agua es rico en CO<sub>2</sub> que al condensar forma ácido carbónico capaz de atacar el metal de las conducciones.

Para eliminar los aniones responsables de la alcalinidad del agua se utilizan resinas aniónicas de intercambio, generalmente en forma cloruro, de modo que se intercambian los aniones del agua por el cloruro de la resina. Otro proceso posible es emplear una resina débilmente ácida.

### 1.3. Eliminación de materia orgánica

Es habitual encontrar en aguas superficiales cierta cantidad de ácidos orgánicos, como ácidos húmicos o taninos. La presencia de esta materia orgánica en el agua para uso doméstico puede conferirle olor, color y un sabor desagradable, pero el interés en eliminar estos compuestos radica en su tendencia a convertirse en trihalometanos cuando se procede a la cloración del agua. Estas sustancias pueden eliminarse empleando resinas aniónicas de intercambio en forma cloruro, especialmente resinas acrílicas.

---

#### 1.4. Eliminación de nitratos

El uso excesivo de fertilizantes, el estiércol y los efluentes procedentes de explotaciones ganaderas son los responsables de la contaminación del agua por el anión nitrato  $\text{NO}_3^-$ . La presencia de cantidades elevadas de este anión en el agua potable pueden provocar graves problemas en bebés menores de 6 meses. La eliminación de este anión se puede realizar mediante resinas de intercambio aniónico en forma cloruro.

#### 1.5. Eliminación del ión amonio

Las aguas residuales vertidas por industrias, redes de alcantarillado y producidas en procesos agrícolas y ganaderos son las responsables de la presencia del ión amonio en lagos, ríos y, a la larga, en pozos de agua potable. La presencia de amonio en el agua reduce la concentración de oxígeno disuelto necesario para la vida acuática y acelera la corrosión de metales y materiales de construcción.

Para la eliminación de amonio mediante intercambio iónico, además de las resinas catiónicas convencionales, se emplean también intercambiadores iónicos inorgánicos. Las zeolitas, por su selectividad a este catión, son el material de elección en la fabricación de filtros para eliminar amonio del agua, tanto en piscifactorías como en acuarios.

#### 1.6. Desionización del agua

El agua desionizada es un ingrediente esencial en aplicaciones médicas, laboratorios, en la industria farmacéutica, cosméticos, microelectrónica, etc.

El proceso de desionización del agua consiste en reducir la concentración de iones presentes en ella a niveles muy bajos, proceso que puede llevarse a cabo mediante intercambio iónico.

En este proceso se emplea una resina catiónica de intercambio para eliminar los cationes (sodio, calcio, magnesio, etc.) y dos resinas aniónicas, una básica débil que absorberá los

---

ácidos fuertes y otra básica fuerte para intercambiar los aniones (cloruro, sulfato, bicarbonato etc.).

Como la concentración de iones en el agua determina su capacidad de conducir la electricidad, la efectividad del proceso de ionización se determina midiendo los parámetros resistividad o conductividad.

---

**Anexo 2**

**EVALUACIÓN: CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y  
BACTERIOLÓGICA DE AGUAS BLANCAS (POZO).**

---





**EVALUACIÓN:  
CALIDAD FÍSICO QUÍMICA  
Y BACTERIOLÓGICA  
DE AGUAS BLANCAS (POZO).**

**AVON COSMETIC.**

**MAYO DE 2003.**

---

AVENIDA MINERVA, QUINTA FRANCY, N° 28, LAS ACACIAS APARTADO POSTAL 40825 - CARACAS 1040 - VENEZUELA  
TELÉFONOS: (0212) 6934957 - 6936718 - (0416) 6509606 - (0414) 2040693 - E-mail: otecnagua@telcel.net.ve

---



## **PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

En la Tabla No. 1, anexa, se establece la comparación pertinente entre la calidad físico-química obtenida en la muestra analizada y la calidad establecida por M.S.D.S. para agua potable (Gaceta Oficial No. 36.395, de fecha 13-02-98).

En la Tabla No. 2 se encuentra la comparación de la calidad microbiológica de la muestra con la calidad exigida en las normas.

En hojas anexas se presentan los resultados del análisis físico químico y bacteriológico.

Los análisis fueron realizados siguiendo estrictamente la metodología descrita en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF, Edición 20, 1998.



## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### POZO - AVON: ANALISIS FISICO-QUIMICO N°. 2003-0686

Todos los parámetros analizados que se encontraron en concentraciones por debajo de las establecidas como máximas permisibles según el Ministerio de Salud y Desarrollo Social para aguas destinadas al consumo humano fueron: pH, color, Manganeseo, Nitritos, Nitratos, Cloruros, Fluoruros y Sulfatos. Los parámetros: Turbiedad, Dureza y el Hierro, presentaron valores de concentración mayores a los límites máximos permitidos para Agua Potable. Los sólidos disueltos sobrepasan ligeramente el valor máximo permisible.

Como característica que hay que tomar en consideración es el valor del Índice de Langelier el cual relaciona la precipitación del carbonato cálcico en el agua con el pH, el contenido de calcio, la alcalinidad, el contenido de sólidos disueltos y la temperatura. El resultado obtenido fue de + 0,7, lo cual es indicativo de que el agua tiende a ser depositante, ya que para estar estabilizada debe presentar un valor muy próximo a cero.

En cuanto al valor de la dureza total (526 mg/l), el mismo indica que se trata de un agua "muy dura" (más de 301 mg/l), estando la concentración



obtenida por encima del límite máximo permisible (500 mg/l). En estas condiciones el agua puede presentar problemas de incrustaciones en tuberías y equipos; se debe acondicionar mediante un proceso de suavización o ablandamiento como por ejemplo el intercambio catiónico.

El Hierro se presentó en una concentración mayor al límite permisible en las normas, estando en forma suspendida, por lo tanto, puede ser removido mediante proceso físico de filtración.

El elemento Manganeseo se encontró en una concentración menor al valor máximo permisible, estando mayormente en forma suspendida, puede ser removido igualmente mediante filtración.

**POZO - AVON: - ANALISIS BACTERIOLOGICO N°. 2003-0687.**

La calidad bacteriológica del agua no presenta objeción: No hay presencia de organismos coliformes fecales ni totales y el conteo bacteriano resultó menor al límite establecido en las normas. No se encontró cloro residual al momento de captar la muestra.



### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Agua proveniente de Pozo ubicado dentro de las instalaciones de la empresa AVON COSMETICS:

- ◆ Cumple con los límites permisibles de calidad Bacteriológica exigidos por el M.S.D.S. en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable.
- ◆ Apta para el consumo humano con tratamiento físico químico previo para la remoción de Turbiedad, Dureza, Hierro y Manganeseo.
- ◆ El Agua analizada debe ser acondicionada mediante un proceso de Ablandamiento para remover Dureza, como por ejemplo un proceso de Intercambio Catiónico.
- ◆ El Hierro por estar en forma suspendida puede ser removido por medio de un proceso físico de filtración.

Todas las aguas que se destinen para consumo humano deben someterse a proceso de desinfección por cloración para asegurar concentración de cloro residual entre 0,3 y 0,5 mg/l en cualquier punto de la red de distribución.

Atentamente,

Ing. Maryorie Rojas  
Dpto Estudios y Análisis



**TABLA No.1**  
**COMPARACION CALIDAD PARA AGUA POTABLE**  
**PARAMETROS FISICO QUIMICOS**  
**CLIENTE: AVON COSMETICS**  
**FUENTE: POZO**  
**SITIO: SALIDA DEL POZO**  
**FECHA DE CAPTACION: 14-05-2003.**

PARAMETROS	MUESTRA RED DISTRIBUC. No. 2003-0686	NORMAS M.S.D.S. (Valores Máximos Permisibles)
pH (Unidades)	7,5	6,5 - 8,5
COLOR REAL (u.Pt-Co)	<5	15
TURBIEDAD (U.F.T.)	30	5
DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> )	526	500
CLORUROS	209	300
SODIO+POTASIO (Na)	163	200
SULFATO	220	500
FLUORUROS	0,54	0,7- 1,0
NITRATOS (N)	0,208	10
NITRITOS (N)	0,005	0,01
HIERRO TOTAL	3,8	0,3
MANGANESO TOTAL	0,44	0,5
SÓLIDOS DISUELTOS T.	1097	1000

Unidades expresadas en mg/l salvo indicación.  
Gaceta Oficial No 36.395 de fecha 13-02-98.



**TABLA No.2**  
COMPARACION CALIDAD PARA AGUA POTABLE  
CALIDAD MICROBIOLÓGICA  
CLIENTE: AVON COSMETICS  
FUENTE: POZO  
SITIO: SALIDA DEL POZO  
FECHA DE CAPTACION: 14-05-2003.

PARAMETROS	MUESTRA No. 2003- 0687	NORMAS M.S.D.S. (Valores Máximos Permisibles)
Colif.Totales(NMP/100ml)	0	0
Colif.Fecales (NMP/100ml)	0	0
Cont. bacteriano( $\mu$ fc/ml)	10	100

Gaceta Oficial No 36.395 de fecha 13-02-98.


**OTECNAGUA, s.r.l.**

OFICINA TÉCNICA PARA ANÁLISIS DE AGUAS

ANALISIS Nº 2003-0686

FECHA: 06/06/2003

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

Cliente : AVON COSMETIC  
 Procedencia : POZO  
 Sitio de Captación : SALIDA DEL POZO  
 Muestra : DISCRETA  
 Captada el : 14/05/2003  
 Captada por : OTECNAGUA, S.R.L.

**DETERMINACIONES EN EL SITIO DE CAPTACION:**

Apariencia : TURBIA AMARILLENTA Oxígeno Disuelto :  
 Olor : INODORA pH : 7,50 (Med. en el Laboratorio) Olor Residual :  
 Temperatura :

Parámetros Determinados en el Laboratorio	RESULTADOS (en mg/lit. salvo indicación)
Color Real (U Pt-Co)	<5
Color Aparente (U Pt-Co)	100
Turbiedad (U.N.T.)	30
Alcalinidad Total (CaCO <sub>3</sub> )	354
Acidez Total (CaCO <sub>3</sub> )	38,6
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	526
Dureza Cálcica (CaCO <sub>3</sub> )	332
Dureza Magnésica (CaCO <sub>3</sub> )	194
Dureza Carbonática (CaCO <sub>3</sub> )	354
Dureza No-Carbonática (CaCO <sub>3</sub> )	172
Hierro Total (Fe)	3,8
Hierro Disuelto (Fe)	ND<0,02
Manganeso Total (Mn)	0,44
Manganeso Disuelto (Mn)	0,11
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	220
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	209
Fluoruros (F <sup>-</sup> )	0,54
Silice Disuelto (SiO <sub>2</sub> )	11
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	0,208
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	0,005
Conductancia Específica (µS/cm)	1640
Sodio + Potasio como sodio (Na <sup>+</sup> )	163
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	133
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	47
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	22,32
Índice de Langelier	+0,7
Sólido total a 104°C	1150
Sólido Disuelto total a 104°C	1140
Sólido Suspendido Total 104°	10
Sólido Disuelto Total a 180°	1097

OBSERVACIONES:

ND: NO DETECTADO

Laboratorio aprobado por el **OTECNAGUA, S.R.L.**  
 Ministerio del Ambiente y  
 de los Recursos Naturales LIC. PETER ESCOBAR

Analista de Laboratorio

Aprobación del M.A.R.N. Reg. No. 0-14





OTECNAQUA, s.r.l.

Oficina Técnica para Análisis de Aguas  
Teléfonos: (0212) 693 49 57 - 693 67 18  
(0415) 630 96 06 - (0415) 204 06 93

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

2003-0887.

Examen No.

Otecnagua, s.r.l

Solicitado por:

Avon Cosmetic.

Captado por:

Fuente:

Pozo.

Muestra No.	CAPTACION		SITIO DE CAPTACION	INICIO DE EXAMEN		ORGANISMOS COLIFORMES Totales (NMP/100 ml.)	ORGANISMOS COLIFORMES Fecales (NMP/100 ml.)	CONTEO EN PLACAS 35°C Coliformes/1 ml.	RES. DUAL CLORO mg/lit.	pH	Temperatura °C
	Hora	Fecha		Hora	Fecha						
0887	9:45 AM	14/05/03	Salida del Pozo.	1:00 P.M.	14/05/03	0	0	10	0,0	6,8	22

LOS ANALISIS FUEON REALIZADOS RESIDIENDO EL PROCEDIMIENTO DEL STANDARD METHOD FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 20th EDITION 1998, APHA, AMWA, WEF

Laboratorio aprobado por el

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales

LIC. OFELIA MONTANEZ

ANALISTA DE LABORATORIO

OTECNAQUA, s.r.l.

**Anexo 3**

**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO TAGUAZA. HIDROCAPITAL.**

---



F-02-00032  
22-ene-02

Señores  
**AVON**  
Presente

Atención Ing. Marialena Ravelo

La presente es en atención a su oficio S/N de fecha 17/01/02, referente a las características del agua tratada de la Planta de Tratamiento Taguaza, de lo cual le informo lo siguiente:

Alcalinidad total (Mg) Lts	Máximo 52.50	Mínimo 49.50	Promedio 51.02
Conductividad MΩ/Cm	172	159	165
Dureza Mg/Lts	32	30	30
pH	6.87	6.65	6.78

Sin mas a que hacer referencia, se despide.

Atentamente



**HIDROCAPITAL**

SISTEMA FAJARDO  
**GERENCIA**

Ing. Héctor Hernández  
Gerente Sistema Fajardo (E)

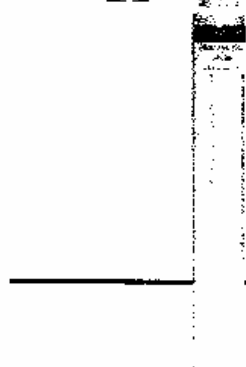
*"Venezuela hacia la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible"*  
*Johannesburgo, Sudáfrica. Septiembre, 2002*

**Anexo 4**

**BOMBAS SUMERGIBLES *GOULDS PUMPS*.**

**CURVAS CARACTERÍSTICAS**

---

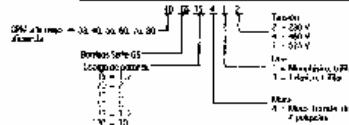


33GS

**CARACTERÍSTICAS**

- Con suministro eléctrico para un funcionamiento continuo: Todas las capacidades nominales están dentro de los límites de trabajo del motor, en la forma recomendada por el fabricante del motor. La bomba puede operarse en forma continua sin dañar el motor.
- Se le puede dar servicio en el campo: La bomba puede reconducirse en el campo a una condición como nueva con herramientas comunes y partes de repuesto de fácil disponibilidad.
- NOTA: El modelo GS tiene roscas de carcasa izquierdas.
- Construcción resistente a la arena: Probada en el campo durante casi cuatro décadas, con diseño de espacio libre de la cara e impulsores flotantes que ofrecen una configuración extremadamente resistente a la abrasión.
- Partes metálicas de acero inoxidable: Los tipos AISI 307, 303 y 304 son resistentes a la corrosión, no son tóxicos y no permiten la infiltración.
- Partes no metálicas que cumplen con las normas de la Administración de Alimentos y Fármacos (F.D.A.): Los impulsores, difusores y cubos de cojinetes están contruidos de un compuesto diseñado lleno con vidrio. Este

**CÓDIGO DE NÚMEROS DE PEDIDO**



**ESPECIFICACIONES**

Modelo	Intervalo de flujo en GPM	Intervalo de potencia	Mejor eficiencia GPM	Conexión de descarga	Tamaño mínimo de pozo	Rotación (r)
33GS	10 - 50	1 - 10	33	2"	4"	CCW
40GS	20 - 65	1 1/4 - 7 1/2	40	2"	4"	CCW
55GS	20 - 80	1 1/2 - 10	55	2"	4"	CCW
60GS	40 - 80	1 1/4 - 7 1/2	60	2"	4"	CCW
75GS	40 - 100	3 - 10	75	2"	4"	CCW
80GS	50 - 120	3 - 7 1/2	80	2"	4"	CCW

(1) La rotación es en sentido contrario a la mano cuando se observa desde el extremo de descarga de la bomba. El material es resistente a la corrosión y no es tóxico.

- Cabeza de descarga: Acero inoxidable 303 fundido con precisión para una resistencia y durabilidad superiores. Fundida en el círculo para la línea de seguridad.
- Adaptador del motor: El acero inoxidable 303 fundido con precisión es extremadamente rígido para obtener un alineamiento exacto del extremo del líquido con el motor. Espacio suficiente para retirar las tuercas de montaje del motor con una llave de boca regular.
- Tazones de: Acero inoxidable para mayor resistencia y mejores propiedades antiabrasivas.
- Válvula de retención: Válvula de retención incorporada, construida de acero inoxidable y compresión baja, cumple con las normas de la F.D.A., con caucho Buna para una excelente resistencia a la abrasión y un funcionamiento silencioso y eficiente.
- Carcasa de acero inoxidable: El acero inoxidable pulido es atractivo y durable hasta en el agua más corrosiva.
- Diseño de eje hexagonal: Ejes de seis lados para un accionamiento positivo del impulsor.
- Acoplamiento del eje: Al descubierta para facilitar el

alineamiento en el campo con el eje del motor y para verificar la rotación de la bomba.

■ Placa de empuje hacia arriba: Cojinete de empuje lubricado con agua interna, instalado en la fábrica para ayudar a evitar el daño por empuje hacia arriba. El cojinete protege los componentes internos si la bomba se hace funcionar a una capacidad mayor que la capacidad máxima recomendada.

■ Cojinetes superiores e intermedios de uretano: Diseño acanelado para permitir el paso libre de abrasivos y ofrecer una excelente resistencia al daño causado por la arena.

- Motor eléctrico Franklin:
  - Construido en acero inoxidable resistente a la corrosión hasta 10 caballos de fuerza.
  - Los motores monofásicos de hasta 5 HP están equipados con un protector contra sobrecorrientes, transformador incorporado.
  - Eje estriado de acero inoxidable.
  - Devanados de sellado hermético.
  - Conjunto reemplazable de manducadores del motor.
  - Reconocido por la norma UL 778.
  - Dimensiones de montaje NEMA.
  - Se requiere una caja de control con las unidades monofásicas trifásicas.
  - Las unidades trifásicas requieren un arrancador magnético con protección de tres circuitos derivados. El arrancador magnético y los calentadores deben ordenarse en forma separada.

■ Listas de Agencias: Todos los conjuntos de bombas están clasificados por la norma UL 778 y por CSA y cumplen con la norma ANSINSEF 61. Todos los motores eléctricos Franklin de 4 pulgadas están reconocidos bajo la norma UL 778.

**Bombas sumergibles de 4 pulg. de alta capacidad de 60 Hz**

**MODELO GS**

33GS, 40GS, 55GS, 60GS, 75GS, 80GS

**MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA SERIE "GS"**

Nombre de la parte	Material
Cabeza de descarga	Ac. inox. AISI 303
Almohadilla de la válvula de retención	Acero inoxidable AISI 304
Conjunto del sello (sistema de la válvula de retención)	BUNA, cumple con la FDA, ac. inox. AISI 304
Anillo de retención de la válvula de retención	Acero inoxidable AISI 302
Anillo del adaptador	Ac. inox. AISI 302
Cubo del cojinete	Compuesto diseñado lleno con vidrio
Arandela de empuje hacia arriba	Ac. inox. AISI 304, metal en polvo
Cojinetes	Uretano, cumple con las normas de la F.D.A.
Anillo de retención del eje	Ac. inox. AISI 304
Difusor	Compuesto diseñado lleno con vidrio
Impulsor	Ac. inox. AISI 304
Talón	Ac. inox. AISI 304
Carrisa intermedia	Ac. inox. AISI 304, metal en polvo
Acoplamiento del eje intermedio	Ac. inox. AISI 304, metal en polvo
Cubo del cojinete intermedio	Compuesto diseñado lleno con vidrio
Cubo del cojinete intermedio	Acero inoxidable AISI 303
Cojinete	Uretano, cumple con las normas de la F.D.A.
Plancha de sellado	Ac. inox. AISI 304
Espaciador	Ac. inox. AISI 304, metal en polvo
Tornillos - protector de cable	Acero inoxidable AISI 304
Adaptador del motor	Ac. inox. AISI 302
Carcasa	Acero inoxidable AISI 304
Eje	Ac. inox. AISI 304
Acoplamiento	Ac. inox. AISI 304, metal en polvo
Protector de cable	Ac. inox. AISI 304
Pantalla de succión	Ac. inox. AISI 304

(1) y (2) - Consulte la página de especificaciones para determinar cómo usar.

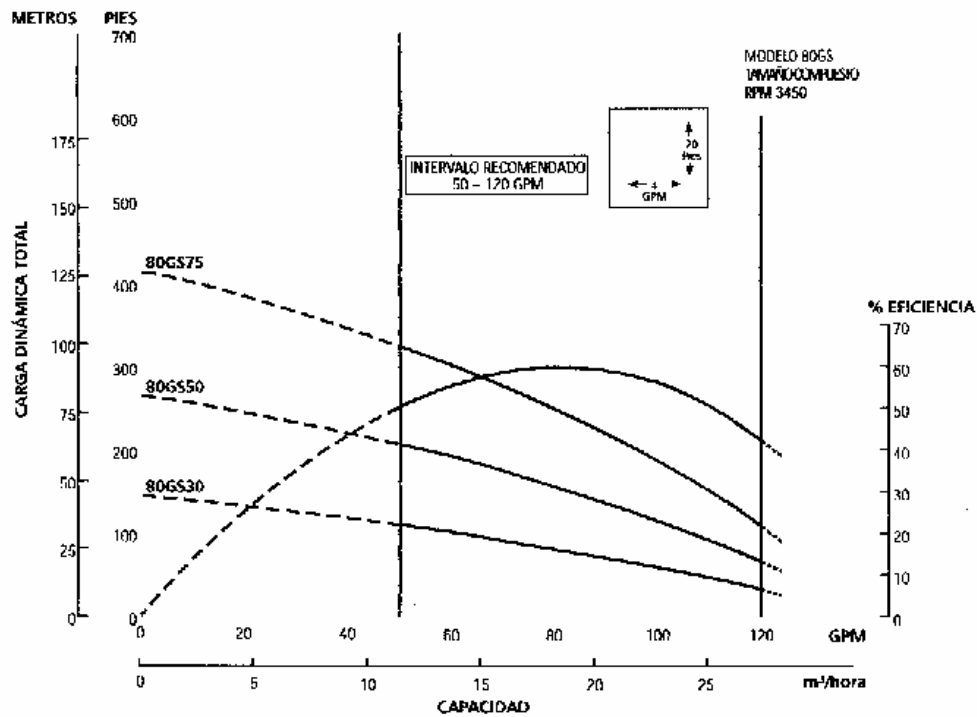
**LISTAS DE AGENCIAS**

Canadian Standards Association (Asociación Canadiense de Normas)  
 Clasificados por ANSINSEF 61-1992  
 Goulds Pumps cuenta con la certificación ISO 9001.

Goulds Pumps



### Modelo 80GS



### TAMAÑOS Y PESOS

Caballos de fuerza	Etapas	Nº. de orden W.E.	Nº. de orden del motor	Fase	Voltios del motor	Longitud del motor	Longitud W.E. (1)	L.O.A. (2)	Peso de W.E. y del motor
3	5	80GS30	S09940	1	230	19.1	21.4	40.5	51
			S09978	3	200	16.1	21.4	37.5	45
			S09979		230				
			S09975		460				
			S09979		575				
5	8	80GS50	S10940	1	230	28.2	29.4	57.6	78
			S10978	3	200	22.2	29.4	57.6	61
			S10979		230				
			S10975		460				
			S10979		575				
7½	14	80GS75	S119284	3	200	28.2	42.8	71	79
			S119204		230				
			S119754		460				
			S119794		575				
			S119794		575				

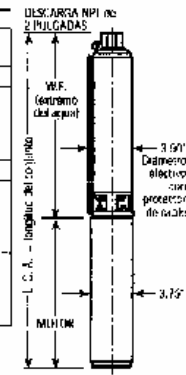
W.E. = extremo del agua L.O.A. = longitud del conjunto

**NOTAS:**

Para la bomba completa, ordene el extremo del agua y el motor

(1) W.E. = extremo del agua o bomba sin motor

(2) L.O.A. = longitud del conjunto - bomba completa - extremo del agua y motor.



### Modelo 80GS



#### CUADRO DE SELECCIÓN

Intervalo de potencia 3 – 7½, intervalo recomendado 50 – 120 GPM, 60 Hz, 3450 RPM

Modelo de bomba	HP	PSI	Profundidad al agua en pies/capacidades nominales en GPM (galones por minuto)																									
			20	40	80	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480		
80GS30	3	0		114	100	87	63																					
		20	94	77	57																							
		30	74	53																								
		40	50																									
		50																										
		60																										
Pies de cabeza en 100 pies caud.			55	46	36	29	20																					
80GS50	5	0				115	106	96	83	79	68	55																
		20	120	112	104	95	86	75	64	51																		
		30	111	102	94	84	74	62																				
		40	101	92	83	72	60																					
		50	91	81	70	58																						
		60	79	69	56																							
Pies de cabeza en 100 pies caud.			107	98	90	81	72	64	55	46	38	29																
80GS7½	7½	0					118	113	107	101	95	89	82	75	68	60												
		20			122	117	111	105	100	93	87	80	73	66														
		30		121	116	110	105	99	92	86	79	72	65															
		40	120	115	109	104	98	91	85	78	71	63																
		50	114	109	103	97	90	84	77	70	62																	
		60	108	102	96	89	83	76	69	61																		
Pies de cabeza en 100 pies caud.			121	116	110	105	100	93	87	80	73	66																

HP = Caballos de fuerza      PSI = LBS./PULG. CUADR.

**Anexo 5**

**INFORMACIÓN HIDROLÓGICA BÁSICA.**  
**POZO DE AGUAS PROFUNDAS. AVON COSMETIC.**

---



**ITAPERCO**  
CARACAS

INFORMACION HIDROLOGICA BASICA

LOCALIDAD: <b>URB EL MARINO</b>	ESTADO: <b>MIRANDA</b>	POR: <b>INDIVIDUAL</b>	FIRMA DEL INGENIERO:
DISTRITO: <b>GUATIRE</b>	MUNICIPIO: <b>ZAHORA</b>	NOMBRE:	NUMERO: <b>ING. Fco. RODRIGUEZ</b>

ORNA: <b>POZO PROFUNDO DE AGUA</b>	FACTORA DE PERFORACION: <b>AVON COSMETIC de Venezuela</b>	POZO Nº: <b>2</b>	LEYEN:
NOMBRE DEL PERFORADOR: <b>LUIS ROMERO</b>	FECHA INICIO PERFORACION: <b>5-4-2000</b>	FECHA TERMINACION PERFORACION: <b>5-5-2000</b>	POZOS PERFORADOS: <b>2</b>

NOMBRES ENCARGADO: <b>ALESSANDRO HERNANDEZ</b>	PERMISITE (Carga): <b>2</b>	COLOR: <b>---</b>	LTS: <b>---</b>	PRODUCTOS QUIM: <b>---</b>	DETERGENTE: <b>---</b>	CAL (Grav): <b>---</b>	OTROS: <b>---</b>
INSPECTOR: <b>ING. Fco. RODRIGUEZ</b>	MATERIALES USADOS						

TUBERIA CIEGA		TUBERIA RAMIN		TUBERIA RAMURADA	
Desde Mts. 0.00	Hasta Mts. 12.00	Desde Mts. 12.00	Hasta Mts. 36.00	Desde Mts. 36.00	Hasta Mts. 78.00
Desde Mts. 36.00	Hasta Mts. 48.00	Desde Mts. 48.00	Hasta Mts. 78.00	Desde Mts. 78.00	Hasta Mts. 84.00
Desde Mts. 48.00	Hasta Mts. 78.00	Desde Mts. 78.00	Hasta Mts. 90.00	Desde Mts. 84.00	Hasta Mts. 90.00
Desde Mts. 78.00	Hasta Mts. 96.00	Desde Mts. 90.00	Hasta Mts. 96.00	Desde Mts. 90.00	Hasta Mts. 96.00
Desde Mts. 96.00	Hasta Mts. 102.00	Desde Mts. 96.00	Hasta Mts. 102.00	Desde Mts. 96.00	Hasta Mts. 102.00
Desde Mts. 102.00	Hasta Mts. 108.00	Desde Mts. 102.00	Hasta Mts. 108.00	Desde Mts. 102.00	Hasta Mts. 108.00
Desde Mts. 108.00	Hasta Mts. 114.00	Desde Mts. 108.00	Hasta Mts. 114.00	Desde Mts. 108.00	Hasta Mts. 114.00
Desde Mts. 114.00	Hasta Mts. 120.00	Desde Mts. 114.00	Hasta Mts. 120.00	Desde Mts. 114.00	Hasta Mts. 120.00

TUBERIA CIEGA: <b>39.00</b>	TUBERIA RAMIN: <b>60.00</b>	TUB. USADA: <b>6"</b>	PERFOR.: <b>125/180</b>	GRAYA: <b>---</b>	ESTUDIOS: <b>REGISTRO ELECT. GRAYA GAMMA</b>	OBSERVACIONES:
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------	--	----------------

PROFUNDIDAD EN MTS.	PROF. PERFOR.	PERFIL LITOLÓGICO	DISEÑO ENTUBADO	PERFORACION	DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS
0.00	3.00				ARCILLA GRIS CON ARENA
6.00	9.00				" " " "
12.00	15.00			12.00 MTS.	GRANIZON CON CUARZO.
18.00	21.00				GRANIZON Y ARENA GRUESA CON CO.
24.00	27.00				GRANIZON CON CUARZO.
30.00	33.00				" " " "
36.00	39.00			36.00 MTS. BOMBA.	ARCILLA COLOR MARCON
42.00	45.00				" " " "
48.00	51.00			48.00 MTS.	GRANIZON CON CUARZO
54.00	57.00				" " " "
60.00	63.00				ARENA CON ARCILLA
66.00	69.00				" " " "
72.00	75.00				" " " "
78.00	81.00			78.00 MTS.	ARCILLA MUY DURA
84.00	87.00			84.00 MTS.	GRANIZON CON ARCILLA
90.00	93.00			90.00 MTS.	ARCILLA MUY DURA
96.00	99.00			96.00 MTS.	" " " "
102.00	105.00			100.00 MTS.	" " " "
108.00	111.00				
114.00	117.00				
120.00					

**Anexo 6**

**COEFICIENTES DE RESISTENCIAS EN ACCESORIOS.**

DISPOSITIVO	L/D	DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8-10	12-16
		VALORES DE "K"											
VALVULAS DE COMPUERTA	8	0,22	0,2	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,12	0,11	0,10
VALVULAS DE GLOBO	340	9,2	8,5	7,8	7,5	7,1	6,5	6,1	6,1	5,8	5,1	4,8	4,4
VALVULAS DE BOLA	3	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
VALVULAS MARIPOSA							0,86	0,81	0,81	0,77	0,68	0,63	0,35
VALVULAS DE RETENCION (CHECK) Tipo oscilante (swing)	100	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3
	50	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,75	0,70	0,65
VALVULAS DE RETENCION (CHECK) Tipo obturador ascendente (lift)	600	16,2	15	13,8	13,2	12,6	11,4	10,8	10,8	10,2	9	8,4	7,8
	55	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	1	0,94	0,83	0,77	0,72
VALVULAS DE RETENCION (CHECK) Tipo de Disco Inclinado	5 grd.						0,76	0,72	0,72	0,68	0,6	0,56	0,39
	15 grd.						2,3	2,2	2,2	2	1,8	1,7	1,2
"T" ESTANDAR -(flujo directo)	20	0,54	0,50	0,46	0,44	0,42	0,38	0,36	0,36	0,34	0,30	0,28	0,26
-(flujo a través del brazo)	60	1,62	1,50	1,38	1,32	1,26	1,14	1,08	1,08	1,02	0,90	0,84	0,78
CODO ESTANDAR de 90 grd.	30	0,81	0,75	0,69	0,66	0,63	0,57	0,54	0,54	0,51	0,45	0,42	0,39
de 45 grd.	16	0,43	0,40	0,37	0,35	0,34	0,3	0,29	0,29	0,27	0,24	0,22	0,21
de radio largo, de 90 grd.	16	0,43	0,4	0,37	0,35	0,34	0,3	0,29	0,29	0,27	0,24	0,22	0,21

**COEFICIENTE DE RESISTENCIA ("K") PARA ENTRADA Y SALIDA DEL FLUIDO EN TUBERIAS**

**ENTRADA DE LIQUIDO EN TUBERIAS :**

**ENTRADA EN TUBERIA PROYECTADA DENTRO DEL TANQUE K=0,78**

**ENTRADA EN TUBERIAS A RAS (nivelada):**

- Filo agudo: K=0,50
- r/d= 0,02 K=0,28
- r/d= 0,04 K=0,24
- r/d= 0,08 K=0,15
- r/d= 0,10 K=0,09
- r/d> 0,15 K=0,04

**SALIDA DE LIQUIDO DE LA TUBERIA (HACIA UN TANQUE): K=1**

Accesorio	Diám. tubo – Pulgadas (milímetros)									
	$\frac{3}{8}$ (10)	$\frac{1}{2}$ (12.5)	$\frac{3}{4}$ (20)	1 (25)	1 $\frac{1}{4}$ (35)	1 $\frac{1}{2}$ (40)	2 (50)	3 (75)	4 (100)	5 (125)
Curva integrada (flujo turbulento) curva de 3 X D										
Curva integrada (flujo turbulento) curva de 4 X D										
Curva integrada (flujo laminar) curva de 3 X D										
Curva integrada (flujo laminar) curva de 5 X D										
Curva integrada (flujo laminar) curva de 10 X D										
Codo normal de 90° (roscado)	2.4	2.1	1.7	1.5	1.25	1.15	1.0	0.8	0.7	0.55
Codo normal de 90° (con bridas)	–	–	–	0.45	–	0.4	0.38	0.34	0.32	0.30
Codo de 90° radio largo (roscado)	–	1.0	0.9	0.75	0.6	0.5	0.4	0.3	0.25	0.2
Codo de 90° radio largo (con bridas)	–	–	–	0.4	–	0.34	0.3	0.25	0.21	0.18
Codo normal de 45° (roscado)	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27
Codo normal de 45° (con bridas)	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.29	0.28	0.27	0.26
Codo de 45° radio largo (roscado)	–	–	–	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18
Codo de 45° radio largo (con bridas)	–	–	–	0.22	0.21	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17
Curva de 180° (roscada)	2.4	2.1	1.7	1.5	1.38	1.25	0.96	0.78	0.68	0.58
Curva de 180° radio largo (roscada)	–	–	–	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28
Curva de 180° radio largo (con bridas)	–	–	–	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.35	0.3
Te – flujo en línea (roscada)	–	–	–	0.42	0.39	0.36	0.30	0.25	0.22	0.20
Te – flujo en línea (con bridas)	–	–	–	0.26	0.24	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13
Te – flujo derivado (roscada)	2.5	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
Te – flujo derivado (con bridas)	–	–	–	1.0	–	0.9	0.8	0.72	0.64	0.62
Válvula de tornillo (Recta)	–	12		10	–	–	8	7	6	5
Válvula de tornillo (Flujo a 90°)	–	6		5	–	–	4	3.5	3	2.5
Válvula de compuerta (clásica) (roscada)	–	–		–	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
Válvula de compuerta (clásica) (bridas)	–	–		–	–	–	0.3	0.23	0.15	0.13
Válvula de compuerta – 1/4 cerrada										
Válvula de compuerta – 1/2 cerrada										
Válvula de compuerta – 3/4 cerrada										
Válvula de esfera (roscada)	–	15.0		12.5	–	–	8.5	7.5	6.5	6.
Válvula de esfera (con bridas)	–	–		12.5	–	–	8.5	7.5	6.5	6
Válvula de retención osc. (roscada)	–	5.0		3.0	–	–	2.0	2.0	2.0	2.0
Válvula de retención osc. (con bridas)										
Válvula de pie										
Colador tipo cesta										

Fuente: Jiménez de Cisneros, Luis. 1977. *Manual de Bombas*. España. Editorial Blume

*Anexo 7*

**TABLA DE CARACTERÍSTICAS BOMBAS PARA POZOS**  
**PROFUNDOS *BHS***

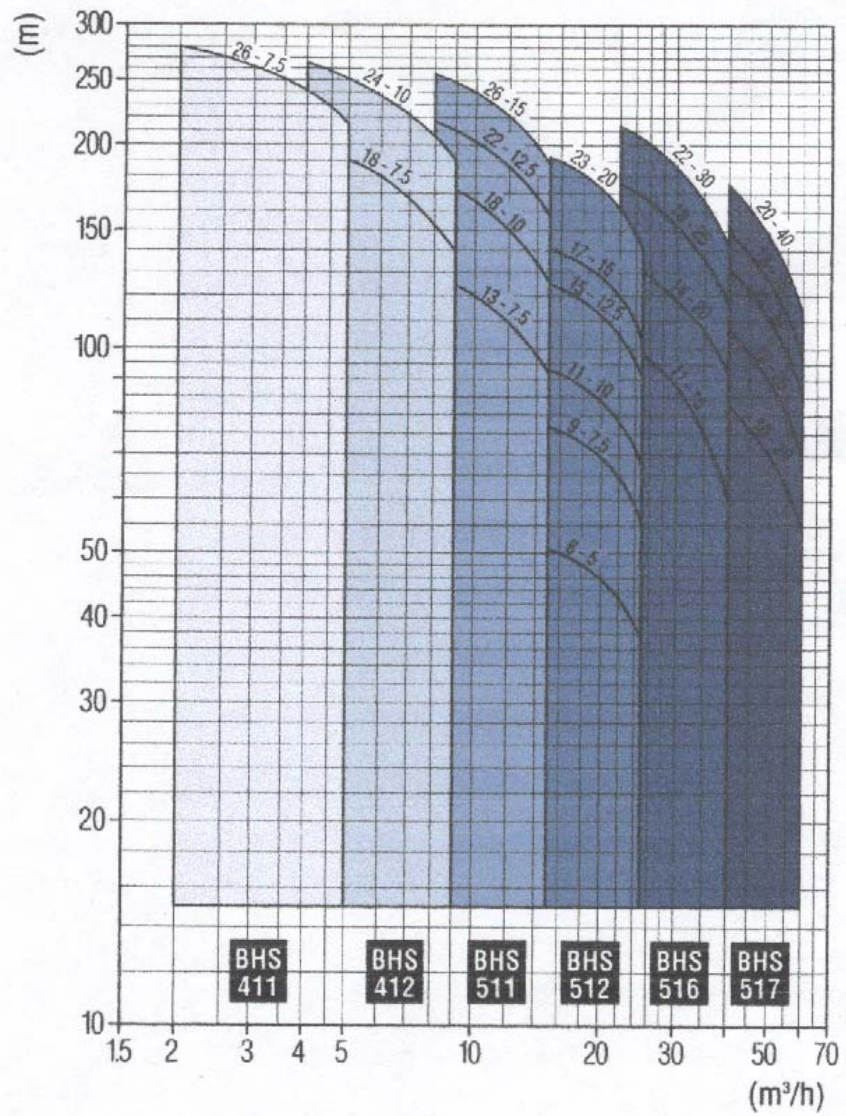
---



**BHS**

**BOMBAS SUMERGIBLES PARA POZOS PROFUNDOS**

**CAMPO DE TRABAJO**




**BHS**
**BOMBAS SUMERGIBLES PARA POZOS PROFUNDOS**
**TABLA DE CARACTERÍSTICAS**

Modelo	kW	CV	Q=Caudal																					
			l/min	16	33	50	66	83	100	133	166	200	250	300	333	400	466	500	583	666	750	833	916	1000
			m <sup>3</sup> /h	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	18	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60
H=Altura manométrica total en m																								
BHS 411 26-7,5	5,5	7,5	260	280	260	240	215	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 412 18-7,5	5,5	7,5	212	208	202	195	187	178	154	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 412 24-10	7,5	10	260	276	270	260	250	236	204	163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 511 13-7,5	5,5	7,5	-	140	-	134	132	130	125	119	110	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 511 18-10	7,5	10	-	192	-	185	182	180	172	163	151	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 511 22-12,5	9,2	12,5	-	238	-	225	222	220	210	200	185	153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 511 26-15	11	15	-	276	-	265	262	260	248	238	220	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 6-5	3,7	5	-	53,5	-	53	-	52,5	52	51,5	51	49	47	44	38	29	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 9-7,5	5,5	7,5	-	82	-	80	-	79	78,5	78	77	75	71	67	58	44	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 11-10	7,5	10	-	100	-	98	-	97	96	95	94	91	87	83	71	60	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 15-12,5	9,2	12,5	-	135	-	132	-	131	130	129	127	122	116	110	95	70	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 17-15	11	15	-	154	-	151	-	150	148	146	143	138	132	125	116	80	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 512 23-20	15	20	-	208	-	204	-	202	200	198	196	190	182	174	148	110	-	-	-	-	-	-	-	-
BHS 516 11-15	11	15	-	-	-	-	120	-	-	116	-	110	-	104	98	89	87	75	64	-	-	-	-	-
BHS 516 14-20	15	20	-	-	-	-	155	-	-	150	-	144	-	136	130	120	116	105	90	-	-	-	-	-
BHS 516 18-25	18,5	25	-	-	-	-	200	-	-	194	-	185	-	176	167	153	150	134	113	-	-	-	-	-
BHS 516 22-30	22	30	-	-	-	-	245	-	-	235	-	228	-	215	205	185	180	165	140	-	-	-	-	-
BHS 517 10-20	15	20	-	-	-	-	115	-	-	110	-	105	-	102	100	-	92	88	81	76	70	61	54	-
BHS 517 13-25	18,5	25	-	-	-	-	148	-	-	142	-	138	-	131	126	-	119	112	105	98	88	80	69	-
BHS 517 16-30	22	30	-	-	-	-	182	-	-	176	-	168	-	160	156	-	145	138	130	120	110	98	84	-
BHS 517 18-35	26	35	-	-	-	-	206	-	-	198	-	190	-	183	177	-	165	156	144	134	123	110	95	-
BHS 517 20-40	30	40	-	-	-	-	240	-	-	230	-	220	-	215	210	-	190	180	170	160	145	130	110	-

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR REBOBINABLE**

Tamaño carcasa		M 6
Modelo de motor		M 6P M 6G
Voltaje		220 / 380 / 440
Nº de polos		2
Nº de fases		Monofásica/Trifásica - 50 Hz Trifásica - 50 Hz
Tipo de operación		Continua
Potencia salida		1,5 ~ 15 20 ~ 30
Máx. variación voltaje		-5% ~ +10%
Máx. variación frecuencia		-5% ~ +5%
Líquido refrigerante		Agua de pozo
Flujo requerido de agua (m <sup>3</sup> /s)		0,3 0,5
Sistema de arranque		Directo y Estrella-Triángulo
Capacidad del cojinete de empuje (kg)		500 1.600
Diámetro máximo (mm)		139
Materiales	Eje	Acero Inoxidable
	Carcasa	Acero Carbono
	Soporte	Hierro Fundido
	Retenedor de aceite	Goma
	Chumacera	Bronce
	Cojinete de empuje	Grafito
	Cojinete de grafito	Acero Inoxidable
	Líquido sellador	Solución acuosa de Propileno Glicol
	Bobina	Polipropileno - Cobre

**Anexo 8**

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS**



- **Planta Desmineralizadora Actual. Equipo de Intercambio Iónico.**

*PROCEDIMIENTO DE REGENERACIÓN:*

**Soluciones para regenerar:**

Ácido Clorhídrico (HCl), ácido muriático comercial al 30% aproximadamente.

Soda Cáustica (NaOH).

Agua desmineralizada.

**Secuencia de regeneración del catión.**

- 1) Lavado al revés o retrolavado, por 15 minutos.
- 2) Paso del ácido, por 20 minutos.
- 3) Enjuague lento, por 15 minutos.
- 4) Enjuague rápido, por 20 minutos. Se mantiene hasta alcanzada la acidez de 20 gramos o menos, de esta manera termina la regeneración catiónica.

**Secuencia de regeneración del anión.**

- 1) Lavado al revés o retrolavado, por 15 minutos.
  - 2) Paso de soda cáustica, por 20 minutos.
  - 3) Enjuague lento, por 15 minutos.
  - 4) Enjuague final, hasta alcanzar el ajuste de la conductividad sugerida
-

- **Equipo de Intercambio Iónico.**

EQUIPO/COMPONENTE	MANTENIMIENTO
Resinas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regeneración cuando los valores de conductividad del agua superen los 16 <math>\mu\text{Ohm}</math></li><li>• Regeneración Mensual obligatoria según estándares de calidad Casa Matriz.</li><li>• Vida útil de 3 a 5 años</li></ul>
Filtro de Carbón Activado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retrolavado mensual.</li><li>• Vida útil de 2 años.</li></ul>
Filtros de Cartucho	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio según la calidad del sistema de pre-filtrado.</li><li>• Cambio mensual.</li></ul>
Tanque de Fibra	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza cada 6 meses.</li></ul>

- **Planta de Ósmosis Inversa.**

<b>EQUIPO/COMPONENTE</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
Membranas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio cada 3 años</li></ul>
Filtros de Cartuchos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio según la calidad del pre-filtrado.</li><li>• Cambio mensual</li></ul>
Manómetros Sensor/Analizador, Actuadores de Válvulas Bomba	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio según especificaciones del fabricante.</li><li>• Revisiones periódicas.</li></ul>

**Anexo 9**

**POZOS ZONA GUARENAS-GUATIRE**

Nombre	Cota (m)	Profundidad	Forro	Q (l/Seg)	NDQ(m)	NE (m)	Formación	Uso	Estado Físico	ID
Cupo 2	224	47		12	5,35	4	Esquistos	D	Activo	11
Los Naranjos 11	343	92		21	8	7,25	Aluvión	S.I	Abandonado	337
Tropicito Guarenas - Proyectado	340	60	12				Aluvión	S.I	Proyectado	339
Villa Panamericana 13	344	103	12	42	6	2,4	Aluvión	S.I	Activo	341
El Ingenio 4	329	49	12	44	5,15	3,56	Aluvión	D	Activo	342
Villa Panamericana 7	348	78,54	12	44	7,78	6,16	Aluvión	S.I	Activo	344
Villa Panamericana 8	346	79,48	12	20	2,48	1,85	Aluvión	S.I	Activo	345
Villa Panamericana 9	351	103,66	12	60	7	1,7	Aluvión	S.I	Activo	346
Villa Panamericana Centro Com. Pza Mayor	330									347
Pacairigua A	324	41	12	31	9,5	8,7	Aluvión	S.I	Activo	350
Pacairigua B	318	33	12	34	13,27	12,39	Aluvión	HID	Activo	351
Villa Panamericana Tahal I	318	80		8	7,37	6,2	Aluvión	S.I	Inactivo	359
Sojo 7	300	70	12	14	5,9	1,62	Aluvión	HID	Activo	367
Sojo 8	314	50	12	25	9	1,6	Aluvión	HID	Abandonado	368
Araira 1		55,6		8	8	6	ND	S.I	Activo	369
Los Naranjos 10 Frankli	367,00	100,32	12	44	10,16	8,63	Aluvión	S.I	Activo	370
Los Naranjos 11B		40,23	12	20	6,54	6,04	Aluvión	D	Activo	371
Caucangua 5		48		35	7,5	1,9	ND	S.I	Activo	373
Caucangua 4		48		28	4,39	1,43	ND	S.I	Activo	374
Araguata 3 Caucauga		49		14	4,35	3,8	ND	S.I	Activo	375

*Ubicación y Características de los pozos existentes en el sector Guarenas – Guatire I -4*

D: Doméstico

S.I: Sin Información

HID: Hidrocapiatal

Nombre	Cota (m)	Profundidad	Foro	Q (l/Seg)	MD(m)	NE (m)	Formación	Uso	Estado Físico	ID
Los Naranjos 12	367,00	92	12	37	8,3	6,4	Aluvión	S.I	Sin Información	377
El Ingenio 6	335,00	60	12	44	6,7	4	Aluvión	D	Activo	378
Los Leones							Aluvión	S.I		431
Guatire/Tahal II		120		40	25	7	Aluvión	S.I	Proyectado	434
San Jorge (Tapipa)		48,5		8	14	7	ND	D	Activo	444
Valle Arriba 1	365,00	14,2	10	15	40	17	Aluvión	D	Inactivo	445
Valle Arriba 2	321,10	65	10	25	37	14,5	Aluvión	D	Activo	446
Valle Arriba 3	341,00	51	10	15	14	4,4	Aluvión	D	Activo	447
Valle Arriba 4	353,00	61,6	10	17	8	6,8	Aluvión	D	Activo	448
Valle Arriba 5		63		22	9	6,46	Aluvión	S.I	Activo	449
Pozo de la alcaldía				10			ND	S.I	Activo	451
Guatirita 2		40	8				Aluvión	S.I	No Existe	452
Villa Panamericana 14 El INCE		100	12				Aluvión	D	Inactivo	453
Villa Panamericana 18 Mercado		95,7	12	25			Aluvión	D	Abandonado	454
Villa Panamericana 17 MENCA	370,00	78	12	22	13,57	13	Aluvión	D	Inactivo	455
Tapipa 1		28,8		3	24,77	18	ND	S.I	Activo	457
Caucaigua 2 Z/I auro		42,7		8	20,45	14,52	ND	S.I	Activo	458
Araguata 1 Caucaigua		46		12	2,75	1,6	ND	S.I	Activo	459
Arara 1 (ITAPER)		79		3	35,53	6	Las Mercedes	S.I	Sin Información	485
Urbanización Los Naranjos INAVI		62,5		12	8	5,5	Aluvión	S.I	Sin Información	486

*Ubicación y Características de los pozos existentes en el sector Guaremas – Guatire 2 -4*

Nombre	Cota (m)	Profundidad	Forro	Q (l/Seg)	ND(m)	NE (m)	Formación	Uso	Estado Físico	ID
Los Naranjos Llanero	356,00	101	8	4			Aluvión	D	Inactivo	496
Villa Heroica 1	323,00	90	10	10	10	8,5	Aluvión	D	Inactivo	504
Villa Heroica 2	316,00	72,8	8	4	34	5	Guatre	D	Inactivo	505
Palo Alto 2	340,00	75	8	15	18	14	Aluvión	D	Activo	506
Autolavado El Desvío 1	330,00	70	4	5	25	15	Guatre	I	Activo	507
El Marques 1		68,35	8	12	21	13	Aluvión	S.I	Activo	508
Shwerscopf Corina C.A	340,00	110	6	5	56	21	Guatre	I	Sin Información	519
Laboratorio Beecham	343,00	106	6	3	57	10,5	Aluvión	I	Información Sin	520
Editorial Primavera	329,00	60	8	14	12	4	Aluvión	S.I	Información Sin	521
Plástico Guaremas	338,00						Aluvión	S.I	Información	522
Constructora Juan							Guatre	S.I	Abandonado	524
Fabrica Transpesquera		97,4	6	2	76	36	Guatre	I	Activo	525
Country Club Buen Aventura							Guatre	S.I		526
Nuevo Horizonte Fabrica de bloques							Guatre	S.I		527
Montacarga Toyota							Guatre	S.I	Sin Información	528
Alfio Bosquian		80	6	1	56	39	Guatre	I	Sin Información	529
Hojia Sheck							Guatre	S.I	Información Sin	530
Alfredo Santuchi		70	10	5	44	3	Aluvión	I	Información Sin	531
El Marques 2		68,35			21	13	ND	S.I	Activo	532
Bordex (Pitman)							Aluvión	I		533

*Ubicación y Características de los pozos existentes en el sector Guaremas - Guatre 3 -4*

Nombre	Cota (m)	Profundidad	Forno	Q (l/Seg)	ND(m)	NE (m)	Formación	Uso	Estado Físico	ID
El Rodeo	315,00	130	8	3	56	39	Esquistos	D		534
Hospital Oncológico		130					Guatire	S.I	Exploratorio	535
Quebrada Clotis							Aluvión	S.I		536
Palo Alto 1	341,00	104,2	12	15	18	14	Aluvión	D	Activo	545
Palo Alto 3		48	8	15	18	14	Aluvión	D	Activo	546
Pacairigua c	333,00	70		5			Guatire	D	Abandonado	547
Caronaje Florida	326,00		6	9	12	3,5	Aluvión	I		548
Sucesión Mediana 1	343,00			35			Aluvión	D	Activo	549
Agua Miel 1	341,00		8				Guatire	D	Activo	550
El Ingenio 2	349,00		12	22			Aluvión	D	Inactivo	551
Confeccción El Monito		61,6	8	15	9,7	3,5	Aluvión	I	Información	573
Silalex 1		70	8	18	10	5	Aluvión	I	Información	574
El Marques 3		80	8	4	38	18	Guatire	D	Información	575
Concretera Nuevo Horizonte	323,00	75	8	2	54	26,54	Guatire	I	Información	576
Dessarrollo TOCARS (Toyota)		80	6	2	44	39	Guatire	I	Información	577
Hacienda pacarina		104,2	6	3	75	43	Guatire	D	Información	579
Avon Cosméticos		96	6	3	8	3	Guatire	I	Activo	580
Teleplásticos C.A.		90	6	9	8	4	Aluvión	I	Información	581
ARRTEX		100	6	2	20	4	Guatire	I	Información	582
Villapanacema Trapichito II Tabal	330,00	28					Aluvión	S.I	Proyectado	631
Los Naranjos 10-B Franki			14				Aluvión	HID	Inactivo	647

*Ubicación y Características de los pozos existentes en el sector Guaremas – Guatire 4-4*



**Anexo 10**  
**TUBERÍAS FLEXIBLES ANGUS**

---



## QUÉ ES WELLMASTER?

Wellmaster es un sistema innovador de tubería de impulsión flexible, diseñado para reemplazar las tuberías rígidas en perforaciones con bombas sumergibles. La tubería tradicional de acero se reemplaza con un único tramo de Wellmaster, lo cual ofrece una fuerza dúctil y una capacidad hidráulica excepcionales.

Wellmaster se fabrica en diferentes diámetros, desde 25mm a 200mm (1 – 8 pulgadas) y en largos tramos continuos de hasta 200 metros.



Se puede transportar Wellmaster en un único carrete - compare la logística en mover 200 metros de tubería de acero con Wellmaster! Flanjas y uniones con tuberías de acero retrasan las instalaciones y causan problemas al desmontar – las únicas conexiones que tiene Wellmaster se encuentran a la bomba sumergible y en la cabeza.

Para darse cuenta de este y otros beneficios que ofrece Wellmaster, lea alguno de los casos de estudio, donde se subrayan las ventajas operacionales que tiene Wellmaster frente a las tuberías rígidas, en áreas como, resistencia a la corrosión, hidráulicos superiores y ahorro de energía.

Desde sus inicios en la década de los 80, Wellmaster se ha instalado en más de 40.000 pozos. Sus usuarios reportan las ventajas siguientes:

### **Vida útil larga**

Resistencia total a la corrosión, incrustaciones y ataque microbiológico.

### **Costos reducidos**

Costes inferiores de transporte y almacenamiento e instalación más rápida.

### **Facilidad manejo**

75% más ligero que tuberías rígidas. Tramos continuos de hasta 250 metros.

### **Hidráulica eficiente**

Menores pérdidas de carga debido a su baja fricción y expansión elástica con ahorros de energéticos de hasta un 20%.

### **Costo**

1 WELLMASTER 120 F/RIB 115M X 51mm	1638,75
2 WELLMASTER 120 2" HOSE COUPLING c/w Wellmaster 120 sleeve	281,00

COSTO TOTAL	1919,75
DESCUENTO	153,58
INVERSION TOTAL	1766,17 US\$